

CHƯƠNG 3 : HÀN HỒ QUANG

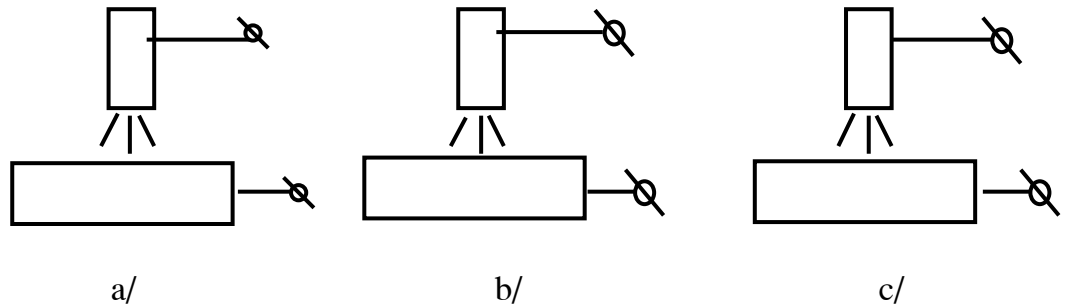
3.1 HỒ QUANG HÀN VÀ CÁC ĐẶC TÍNH CỦA NÓ

3.1.1 Hồ quang hàn

Hiện tượng hồ quang điện được phát minh từ năm 1802, nhưng mãi tới năm 1882 mới được đưa vào ứng dụng để nung chảy kim loại. Nguồn nhiệt của hồ quang điện này được ứng dụng để hàn kim loại và phương pháp nối ghép này được gọi là hàn hồ quang.

Hồ quang là sự phóng điện giữa 2 điện cực có điện áp ở trong môi trường khí hoặc hơi. Hồ quang điện được ứng dụng để hàn gọi là hồ quang hàn.

3.1.2 Sơ đồ sự tạo thành hồ quang hàn:



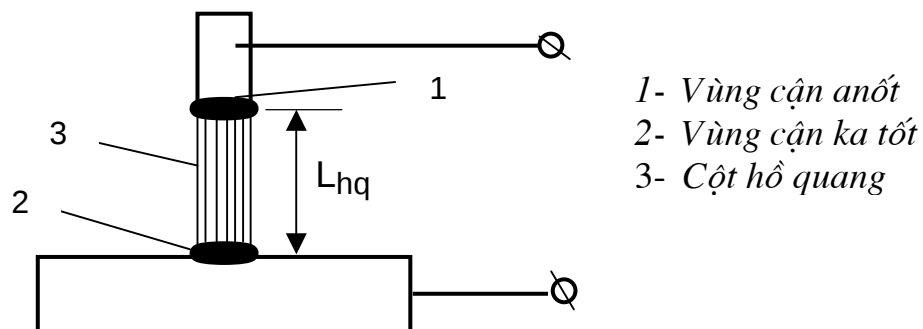
Hình 3-1 Sơ đồ sự tạo thành hồ quang của các loại dòng điện

a- Nối với nguồn điện

b- Nối nghịch (Cực dương nối với que hàn, âm nối với vật hàn)

c- Nối thuận (Cực âm nối với que hàn, cực dương nối với vật hàn)

Khoảng hồ quang nằm giữa 2 điện cực gọi là cột hồ quang và chiều dài của nó được gọi là chiều dài cột hồ quang (L_{hq}). Cấu tạo của hồ quang điện có dạng như hình 3-2



Hình 3-2 Sơ đồ cấu tạo cột hồ quang hàn.

Điện cực hàn được chế tạo từ các loại vật liệu khác nhau:

Loại điện cực không nóng chảy : Vonfram (W), Grafit, than,...

Điện cực nóng chảy : Chế tạo từ thép, gang, các loại kim loại màu,...

Nguồn điện hàn : Xoay chiều (tần số công nghiệp, tần số cao,... chỉnh lưu, một chiều.

3.1.3 Điều kiện để xuất hiện hồ quang hàn.

Thực chất của hồ quang là dòng chuyển động có hướng của các phân tử mang điện (ion âm, ion dương, điện tử) trong môi trường khí; trong đó điện tử có vai trò rất quan trọng.

Trong điều kiện bình thường, không khí giữa hai điện cực ở trạng thái trung hoà nên không dẫn điện. Khi giữa chúng xuất hiện các phân tử mang điện thì sẽ có dòng điện đi qua. Vì vậy để tạo ra hồ quang ta cần tạo ra môi trường có các phân tử mang điện. Quá trình đó gọi là quá trình ion hoá. Môi trường có chứa các phân tử ion hoá gọi là môi trường ion hoá. Quá trình các điện tử thoát ra từ bề mặt điện cực để đi vào môi trường khí gọi là quá trình phát xạ điện tử hay phát xạ electron. Năng lượng để làm thoát điện tử ra khỏi bề mặt các chất rắn gọi là công thoát electron.

Công thoát electron của một số chất được thể hiện trong bảng 3-1

Bảng 3-1

Nguyên tố	Công thoát electron	Nguyên tố	Công thoát electron
K	2.26 eV	Mn	3.76 eV
Na	2.33	Ti	3.92
Ba	2.55	Fe	4.18
Ca	2.96	Al	4.25

Khi có điện áp, dưới tác dụng của điện trường, các điện tử trong môi trường sẽ chuyển động từ catốt (-) đến anốt (+) và phát triển với vận tốc lớn. Với sự chuyển động đó các điện tử sẽ va chạm vào các phân tử, nguyên tử trung hoà truyền năng lượng cho chúng và kết quả làm tách các điện tử khỏi nguyên tử phân tử và tạo nên các ion. Như vậy thực chất của quá trình ion hoá không khí giữa 2 điện cực là do sự va chạm giữa các điện tử được tách ra từ điện cực với các phân tử trung hoà không khí. Kết quả quá trình ion hoá là sự xuất hiện các phân tử mang điện giữa 2 điện cực và hồ quang xuất hiện (nói cách khác là có sự phóng điện giữa 2 điện cực qua môi trường không khí).

Như vậy muốn có hồ quang phải tạo ra một năng lượng cần thiết để làm thoát các điện tử. Nguồn năng lượng này có thể thực hiện bằng các biện pháp :

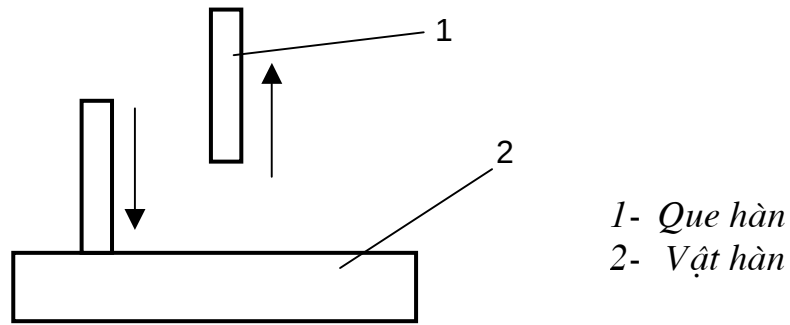
1. Tăng điện áp giữa 2 điện cực nhờ bộ khuyếch đại.
2. Tăng cường độ dòng điện để tăng nguồn nhiệt bằng cách cho ngắn mạch.

3.1.4 Các phương pháp gây hồ quang khi hàn.

Tăng điện áp : Phương pháp này dễ gây nguy hiểm cho người sử dụng nên người ta phải sử dụng bộ khuyếch đại điện áp

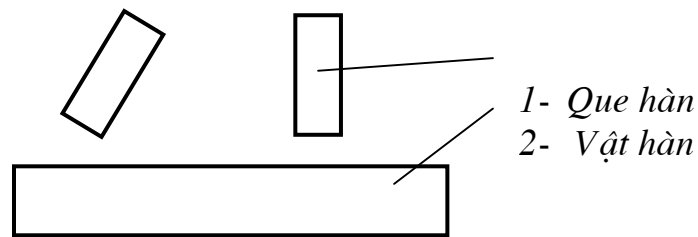
Phương pháp cho ngắn mạch : Cho que hàn tiếp xúc vật hàn và nhấc lên khoảng cách 1-3 mm và giữ cho hồ quang cháy ổn định (xem hình 3-3).

- a. Cho chuyển động thẳng đứng



Hình 3-3 Sơ đồ quá trình gây hồ quang khi hàn

b. Đặt nghiêng que hàn và cho chuyển động tiếp xúc với vật hàn



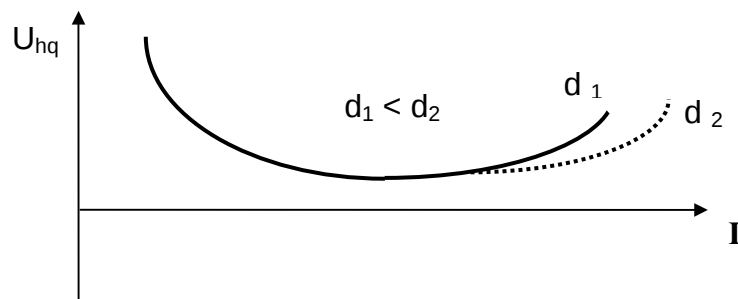
Hình 3-4 Sơ đồ quá trình gây hồ quang bằng cách cho que hàn tiếp xúc vật hàn

3.1.5 Đặc điểm của hồ quang hàn :

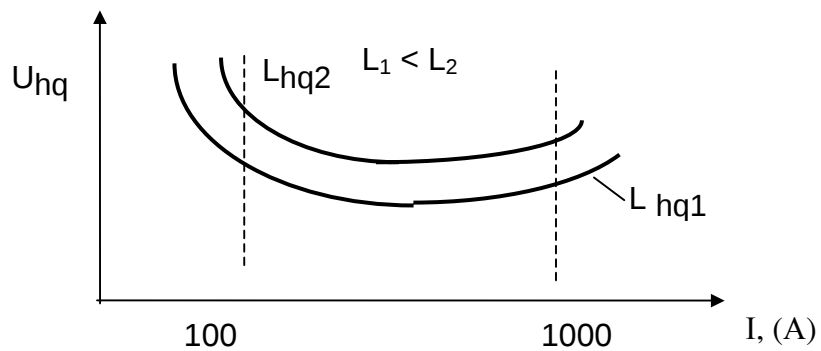
- Mật độ dòng điện lớn ($J - A/mm^2$);
 - Nhiệt độ cao khoảng trên $3000^\circ C$ và tập trung
 - Hồ quang của dòng điện một chiều cháy ổn định .
 - Hồ quang của dòng xoay chiều không ổn định nên chất lượng mối hàn kém hơn
- Nhiệt độ ở catôt khoảng $2100^\circ C$. Nguồn nhiệt toả ra chiếm khoảng 36%
- | | | | |
|--------------|-------------|-------|-----|
| A nôt | 2300 | --/-- | 43% |
| Cột hồ quang | 5000-7000oC | --/-- | 21% |
- Sự cháy của hồ quang phụ thuộc: Điện áp nguồ, Cường độ dòng điện; Tần số $f=150-450$ có hồ quang cháy ổn định); Vật liệu làm điện cực,...

Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa điện thế của hồ quang và dòng điện hồ quang gọi là đường đặc tính tĩnh của hồ quang.

1. Đường đặc tính của hồ quang hàn có dạng :

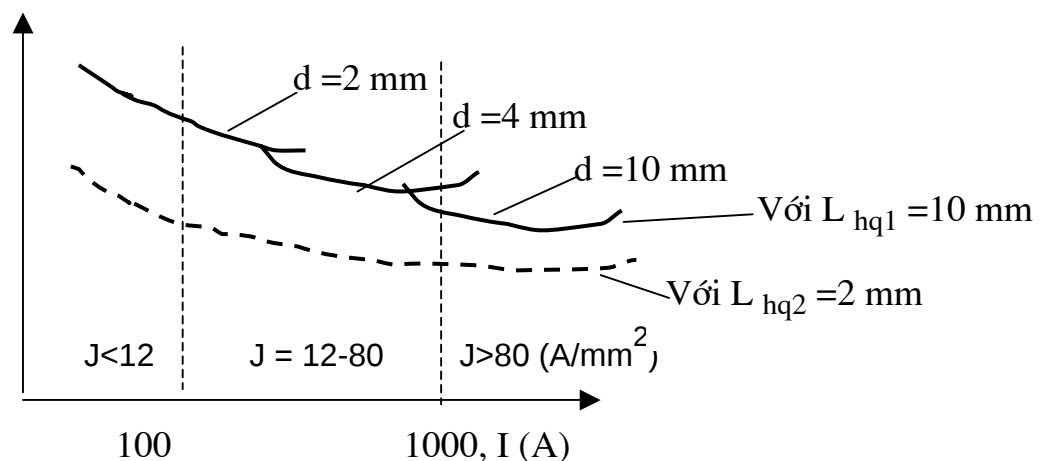


Hình 3-5 Đường đặc tính của hồ quang hàn phụ thuộc đường kính điện cực



Hình 3-6 Đường đặc tính của hồ quang hàn phụ thuộc chiều dài hồ quang L_{hq}

- Trong khoảng $I < 100A$ ($J, 12A/mm^2$) U giảm khi I tăng. Điều đó có thể giải thích như sau: khi I tăng, diện tích tiết diện của cột hồ quang cũng tăng vì thế mật độ dòng sẽ giảm ($J = I/F$ sẽ giảm trong đó F là diện tích tiết diện của cột hồ quang)
 $U = IR = I \cdot (\rho \cdot L)/F = J \cdot \rho \cdot L$; mà $\rho \cdot L = \text{const}$ nên J giảm khi U giảm,.
- Trong khoảng $I = 100- 1000 A$, diện tích cột hồ quang tăng rất ít vì đã gần bão hoà, nên độ dẫn điện ít bị thay đổi, vì thế mật độ dòng J gần như không đổi. Đoạn này được sử dụng rất rộng rãi khi hàn hồ quang.



Hình 3-7 Đường đặc tính của hồ quang hàn phụ thuộc d_h và L_{hq} .

1- $L_{hq1} = 5 mm$ $L_{hq2} = 2 mm$

- Trong khoảng $J > 80A/mm^2$. Khoảng này có mật độ dòng J lớn nên thường sử dụng để hàn tự động. Khoảng này có U tăng vì I lớn, nhưng tiết diện cột hồ quang hầu như không tăng; nên khi J tăng để đảm bảo cho I tăng thì U phải tăng).
- Đồ thị trên ứng với các đường đặc tính của hồ quang khi chiều dài cột hồ quang không đổi. Khi thay đổi L_{hq} , ta sẽ nhận được nhiều đường đặc tính tương tự như trên.

b. Hồ quang của dòng điện xoay chiều

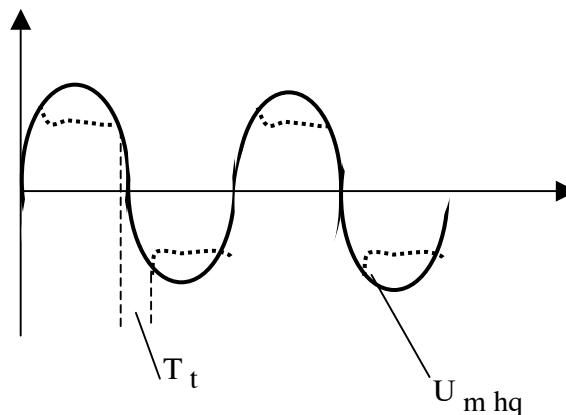
Khi sử dụng nguồn xoay chiều, dòng điện và hiệu điện thế thay đổi theo chu kỳ. Với tần số công nghiệp $f = 50 \text{ Hz}$, ta có 100 lần thay đổi cực nên có 100 lần hồ quang bị tắt do $I = 0$. Khi đó nhiệt độ sẽ giảm, mức độ ion hoá của cột hồ quang sẽ giảm làm cho hồ quang cháy không ổn định.

Muốn xuất hiện hồ quang tiếp theo thì yêu cầu điện áp nguồn phải đạt và lớn hơn giá trị tối thiểu gọi là điện áp mỗi hồ quang.

Hồ quang sẽ cháy ổn định khi $U_{\text{nguồn}} > U_{\text{mỗi hồ quang}}$

Hồ quang sẽ tắt khi $U_{\text{nguồn}} < U_{\text{mỗi hồ quang}}$

Khi hàn hồ quang tay $U_{\text{mỗi hồ quang}} = (1,8 - 2,5)U_{\text{hàn}}$
 $U_{\text{mỗi hồ quang}} = (60-80\text{V})$



Hình 3-8 Sơ đồ đường biến thiên của điện áp và dòng điện nguồn và hồ quang dòng xoay chiều

T_t - Thời gian hồ quang tắt

Chú ý :

- Thời gian hồ quang tắt T_t phụ thuộc điện áp không tải (U_{kt}); tần số (f) f tăng thì T_t nhỏ.
- U_{kt} lớn thì T_t nhỏ nhưng tăng U_{kt} thì kích thước máy sẽ lớn, không có lợi.
- Tăng tần số thì phải mắc thêm bộ khuếch đại tần nhưng sẽ làm phức tạp thêm mạch điện.
- Trong thực tế để làm ổn định hồ quang nguồn xoay chiều người ta mắc thêm cuộn cảm để làm lệch pha giữa dòng điện và điện áp. Dòng điện xuất hiện trong cuộn cảm sẽ có tác dụng duy trì sự cháy của hồ quang. Tại thời điểm $I = 0$ điện áp nguồn đạt giá trị $U_{\text{mỗi hồ quang}}$ nên vẫn có hồ quang xuất hiện.

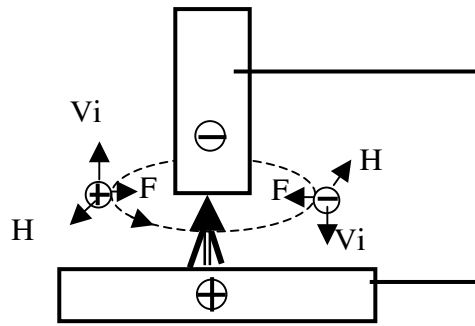
3.2 ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỆN TRƯỜNG ĐỐI VỚI HỒ QUANG HÀN.

Cột hồ quang được coi như một dây dẫn mềm nên nó sẽ chịu tác dụng hưởng của điện từ trường.

3.2.1 Từ trường của cột hồ quang

Trong cột hồ quang có 2 loại dòng chuyển động của các phân tử mang điện. Đó là dòng chuyển động của các ion âm và điện tử; dòng chuyển động của các ion dương.

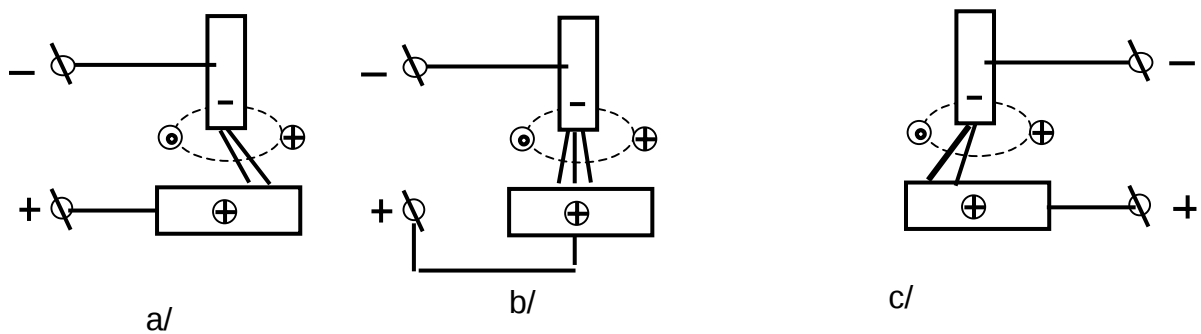
Sơ đồ biểu diễn lực điện trường tác dụng lên cột hồ quang như hình 3-10



Hình 3-10 Sơ đồ biểu diễn lực điện trường tác dụng lên cột hồ quang hàn.

- Lực F của tất cả các phần tử mang điện đều hướng vào tâm của cột hồ quang. Khi hàn, lực tác dụng lên cột hồ quang gồm có :
 - + Lực điện trường tĩnh;
 - + Lực điện trường sinh ra bởi sắt từ của vật liệu hàn. Lực này làm cho hồ quang bị thổi lệch ảnh hưởng đến chất lượng của mối hàn (xem hình 3-11).

3.2.2 ảnh hưởng của lực điện trường

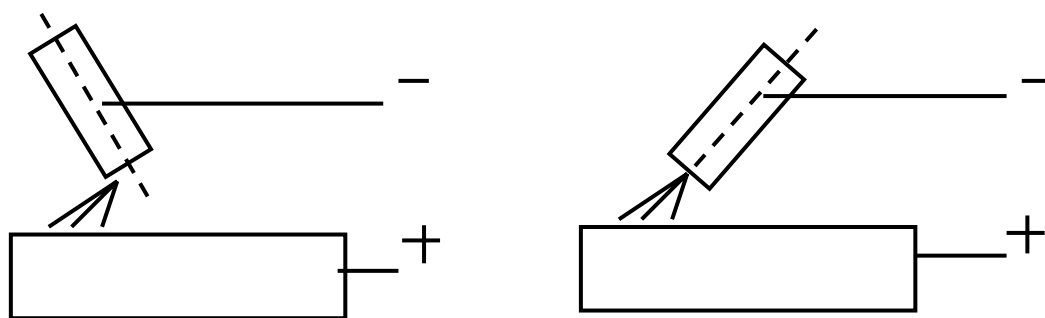


Hình 3-11 Sơ đồ biểu diễn hồ quang hàn bị thổi lệch bởi lực điện trường.

Khi nối dây như hình b/ hồ quang bị tác dụng của điện trường đối xứng nên không bị thổi lệch; khi nối dây như hình a/ và hình c/ điện trường tác dụng lên cột hồ quang không đối xứng nên hồ quang bị thổi lệch. Từ phía dòng điện đi vào có điện trường mạnh, mật độ đường sức dày hơn phía đối diện nên hồ quang bị thổi lệch về phía điện trường yếu hơn.

3.2.3 ảnh hưởng của góc nghiêng que hàn.

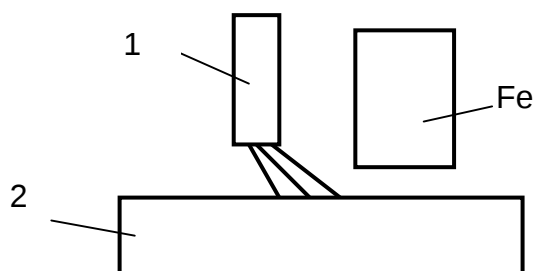
Độ nghiêng của que hàn cũng ảnh hưởng đến sự phân bố đường sức xung quanh hồ quang, vì thế có thể thay đổi hướng que hàn cho phù hợp với phương của hồ quang như hình 3-12b.



Hình 3-12 Sơ đồ biểu diễn ảnh hưởng của góc nghiêng que hàn.

3.2.4 ảnh hưởng của vật liệu sắt từ.

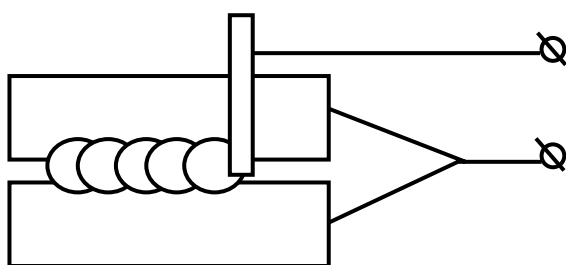
Vật liệu sắt từ đặt gần hồ quang sẽ làm tăng độ từ thẩm lên hàng ngàn lần so với không khí xung quanh ($\mu = 1000 - 10.000$ lần). Từ thông qua sắt từ có độ trở kháng nhỏ, lực từ trường từ phía sắt từ giảm xuống làm cho hồ quang bị thổi lệch về phía sắt từ.



Hình 3-13 Sơ đồ biểu diễn ảnh hưởng của sắt từ đối với hồ quang hàn.
1- Que hàn ; 2 - Vật hàn

Hiện tượng lệch hồ quang có thể xuất hiện ở cuối đường hàn. Vì lúc đó có độ từ thẩm phía vật hàn lớn hơn nhiều so với không khí nên hồ quang bị thổi lệch về phía bên trong mối hàn.

Khi hàn giáp mối ta phải nối cực của nguồn điện với 2 vật hàn về 2 phía để mối hàn không bị thổi lệch hồ quang.



Hình 3-14 Một số biện pháp khắc phục hiện tượng hồ quang bị thổi lệch
1 - Vật hàn
2 - Que hàn

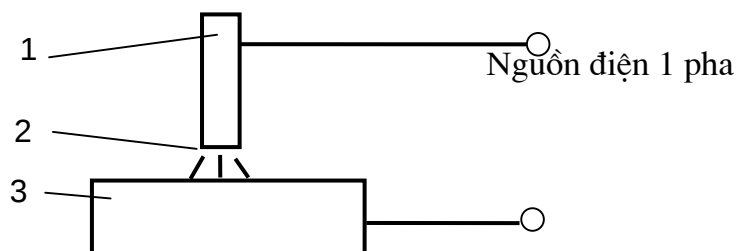
3.3 PHÂN LOẠI HÀN HỒ QUANG

3.3.1 Phân loại theo điện cực

- Hàn hồ quang bằng điện cực không nóng chảy : như điện cực than, grafit, W , hợp chất của một số nguyên tố có khả năng phát xạ ion như La, Th,...
- Hàn bằng que hàn nóng chảy : có các loại que hàn thép (que hàn thép các bon thấp, que hàn thép các bon cao, que hàn thép hợp kim, ...) que hàn nhôm, que hàn đồng,... Các loại que hàn này có lõi và lớp thuốc bọc. Chúng có khả năng bổ sung kim loại cho mối hàn và các tác dụng khác như kích thích hồ quang, bảo vệ mối hàn, hợp kim hoá mối hàn, ...

3.3.2 Phân loại theo phương pháp đấu dây

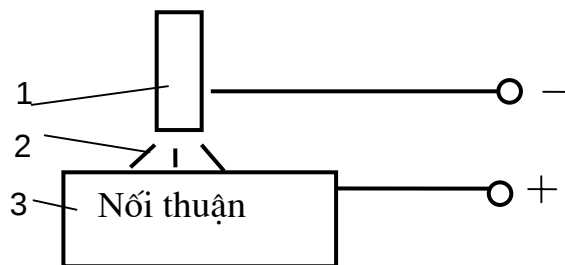
Dấu dây trực tiếp :



Hình 3 - 5 Sơ đồ đấu dây trực tiếp

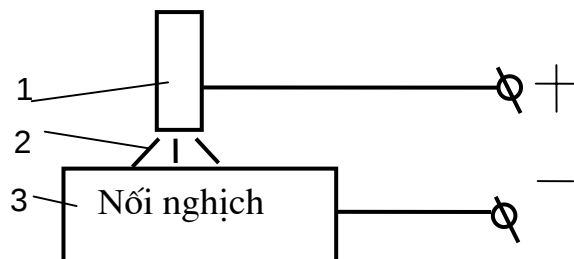
1 -Điện cực hàn (que hàn) 2-Hồ quang hàn 3 - Vật hàn

Khi hàn dòng một chiều có thể có hai phương pháp nối dây : nối thuận và nối nghịch.



Hình 3 - 16 Sơ đồ nối thuận

1 - Điện cực hàn (que hàn) 2 - Hồ quang hàn; 3- Vật hàn

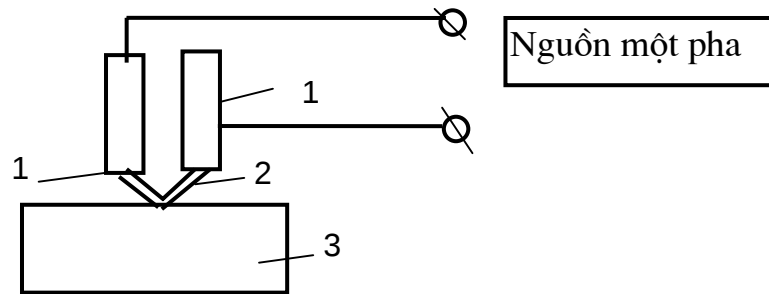


Hình 3-17

Sơ đồ nối nghịch

1 - Điện cực hàn (que hàn) 2 - Hồ quang hàn 3 - Vật hàn

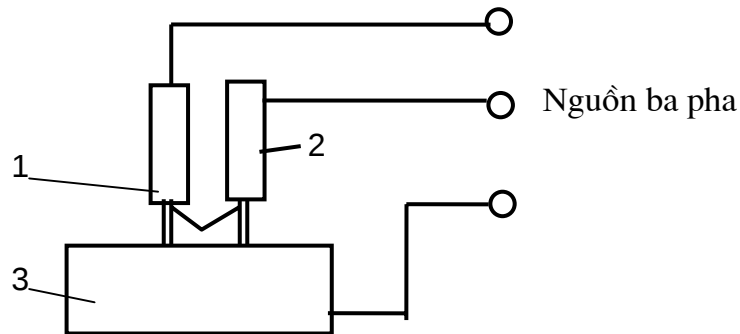
Đấu dây gián tiếp :



Hình 3 - 17 Sơ đồ đấu dây gián tiếp

1 - Điện cực hàn (que hàn) 2 - Hồ quang hàn 3 - Vật hàn

Đấu dây hỗn hợp (Hồ quang 3 pha):



Hình 3 - 19 Sơ đồ đấu dây hỗn hợp

2 - Điện cực hàn 1 2 - Điện cực hàn 2 3 - Vật hàn (điện cực hàn 3)

Có 3 ngọn lửa hồ quang giữa 3 điện cực: hồ quang giữa 1-3 giữa 1-2 và giữa 2 - 3.

3.4 NGUỒN ĐIỆN HÀN VÀ MÁY HÀN

3.4.1 Nguồn điện hàn

Nguồn điện hàn có thể một chiều, xoay chiều. Máy hàn dòng điện một chiều hay chỉnh lưu cho chất lượng mối hàn cao, ổn định nhưng giá thành đắt nên chỉ sử dụng khi có yêu cầu cao về chất lượng. Hiện nay máy hàn dòng xoay chiều vẫn là chủ yếu. Ở Nhật bản gần 80% máy hàn dòng xoay chiều, 95,6% máy hàn xoay chiều khi hàn hồ quang tay.

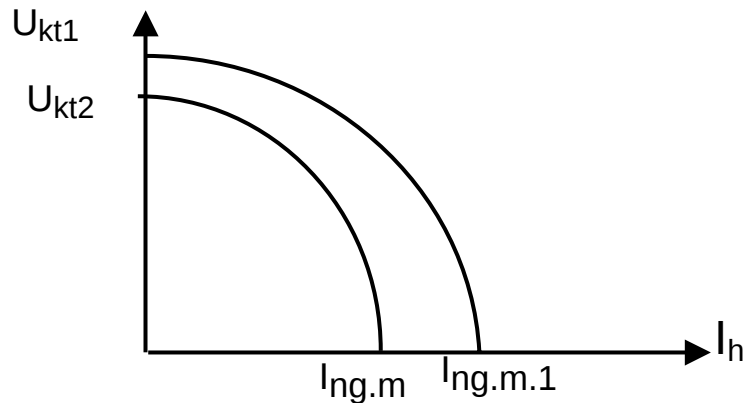
3.4.2 Yêu cầu đối với nguồn điện hàn

1. Để gây hồ quang và không gây nguy hiểm cho người sử dụng. Khi nghiên cứu hồ quang của dòng xoay chiều ta thấy rằng để dễ dàng môi hồ quang thì điện áp không tải của máy hàn phải cao hơn lúc hồ quang cháy ổn định. Để đảm bảo an toàn điện điện áp không tải thường nhỏ hơn 100 vôn.

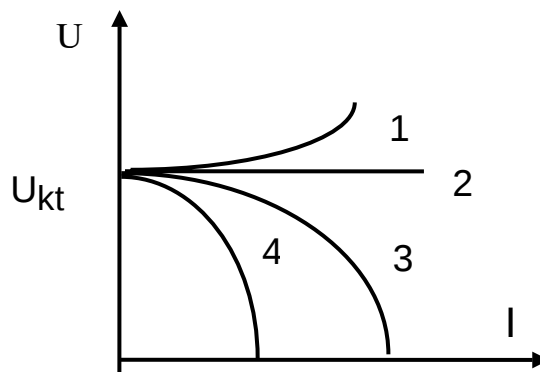
- $U_{kt} \approx 55 - 80 \text{ V}$ (đối với dòng xoay chiều)

- $U_{kt} \approx 30 - 55 \text{ V}$, $U_h = 16 - 35 \text{ V}$, (đối với dòng một chiều)
2. Phải có dòng điện ngắn mạch hạn chế để khỏi làm hư hỏng máy.

$$I_{ng.m.} = (1,3 - 1,4) I_h.$$
 3. Khi làm việc hồ quang phải cháy ổn định.
 4. Máy hàn phải điều chỉnh được cường độ dòng điện hàn phù hợp với các loại chiều dày, đường kính và vị trí tương đối của mối hàn trong không gian.
 5. Khi hàn người ta thường mắc thêm cuộn cảm để tạo ra sự lệch pha của dòng điện và hiệu điện thế nên chế độ hàn sẽ ổn định hơn.
 6. Quan hệ giữa hiệu điện thế nguồn điện và dòng điện hàn được gọi là đường đặc tính động của máy hàn. Ta có các loại đường đặc tính động như sau:



Hình 3 - 20 Đường đặc tính động của máy hàn



Hình 3 - 21 Các dạng đường đặc tính động của máy hàn

Đường cong 1 - Dạng u tăng dùng cho hàn tự động trong môi trường khí bảo vệ.

Đường cong 2 - Dạng U không thay đổi (hầu như không tăng khi I tăng) dùng cho hàn điện xý, hàn tự động trong môi trường khí bảo vệ. Bởi vì khi hàn trong môi trường khí bảo vệ, kim loại dây hàn chảy thành dòng tạo nên dòng ngắn mạch liên tục, dòng điện hàn tăng nhanh làm nóng chảy dây hàn nhanh và liên tục. Chế độ này phù hợp với loại dây có $d_h = 0,5 - 1,2 \text{ mm}$

Đường cong 3 - Dạng cong dốc thoải dùng cho hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc có tốc độ cấp dây hàn không đổi. Việc cấp lõi dây hàn theo nguyên lý tự

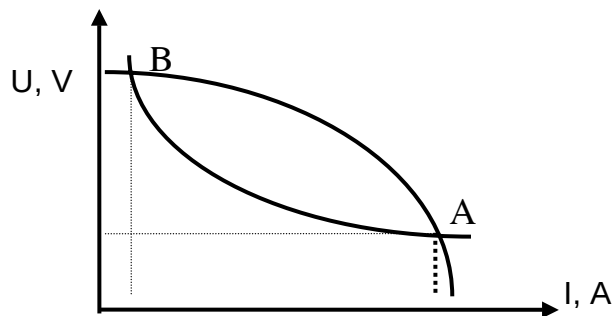
động điều chỉnh (tức là khi I tăng, U_h giảm làm cho nhiệt lượng $Q = UIt$ giảm kết quả dây cháy chậm lại, phục hồi chiều dài cột hồ quang.

Đường cong 4 - Dạng cong dốc dùng cho hàn hồ quang tay và hàn tự động dưới lớp thuốc (khi mà tốc độ cấp dây phụ thuộc chế độ hàn. Khi U_h thay đổi, nhưng I_h thay đổi ít nên chế độ hàn ổn định hơn

Kết hợp các đường đặc tính động và đường đặc tính tĩnh của hồ quang ta sẽ thấy chúng giao nhau tại 2 điểm A và B (tại đó $U_{nguồn} = U_{hồ\ quang}$)

Tại điểm B hiệu điện thế cao đủ để gây hồ quang nhưng vì dòng điện nhỏ không đủ để duy trì sự cháy ổn định của hồ quang. Thực vậy nếu vì một lý do nào đó làm cho dòng điện giảm xuống thì hiệu điện thế hồ quang sẽ tăng lên và lúc đó $U_{hq} > U_{ng}$, có nghĩa là hiệu điện thế của nguồn không đủ để gây hồ quang nên nó tắt. Ngược lại, nếu tăng dòng I thì $U_{ng} > U_{hq}$; điện thế thừa $U_{ng} - U_{hq}$ là nguyên nhân gây nên sự tiếp tục tăng dòng điện cho đến khi đạt được giá trị ở điểm A. Như vậy khi I tăng hoặc I giảm tại điểm A có sự phục hồi lại điều kiện ổn định của hồ quang

$$(U_{hq} = U_{ng})$$



Hình 3-22 Sơ đồ biểu diễn vị trí hồ quang cháy ổn định

Ta biết rằng khi hồ quang cháy, trong mạch hàn hồ, quang sẽ sinh ra suất điện động cảm ứng.

$$e_L = -L \frac{dI}{dt} \quad L - \text{là hệ số tự cảm}$$

$$U_h = U_{hq} = U_{nguồn} + e_L$$

$$U_h = U_{hq} = U_{nguồn} + e_L = U_{ng} - L \frac{dI}{dt}$$

$$U_{ng} - U_h = L \frac{dI}{dt}$$

Từ biểu thức trên ta nhận thấy rằng nếu vì một lý do nào đó làm cho điểm dịch chuyển về điểm A' có điện thế $U' > U_h$ tức là :

$U' - U_h > 0$ hay $L \cdot \frac{dI}{dt} > 0$ tức là $\frac{dI}{dt} > 0$ Điều này chứng tỏ I phải tăng để điểm A' trở về vị trí điểm A. Ngược lại khi A dịch chuyển về điểm A''

ta có $U'' < U_h$, $\frac{dI}{dt} < 0$ Điều này chứng tỏ I phải giảm để A'' trở về vị trí điểm A - vị trí mà hồ quang cháy ổn định.

Như vậy hồ quang cháy ổn định khi trong mạch hàn nanh chóng phục hồi trạng thái cân bằng : $U_h = U_{hq} = U_{ng}$.

3.4.3 Máy hàn hồ quang

Máy hàn hồ quang thường có các loại sau :

- Máy hàn dòng xoay chiều : máy biến áp có bộ tự cảm riêng, máy biến áp hàn có hàn có từ thông tản lớn (dạng có lõi từ di động), máy biến áp hàn có cuộn dây di động, ...
- Máy hàn dòng chỉnh lưu
- Máy hàn một chiều : loại máy phát hàn chạy bằng động cơ điện, máy phát hàn có dùng máy nổ và các dạng máy phát hàn khác.

Sau đây ta chỉ xét một số loại máy hàn thông dụng.

a. Máy biến áp hàn

Máy biến áp hàn hay máy hàn xoay chiều là loại máy hạ áp. Nguyên lý hoạt động của máy tương tự các máy biến áp khác, nghĩa là dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

U_1, U_2 - Điện áp sơ cấp và thứ cấp

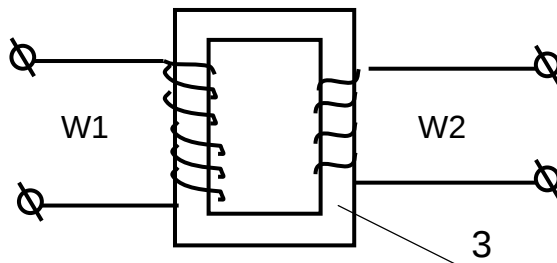
W_1, W_2 - số vòng dây cuộn sơ cấp và thứ cấp

ϕ_1 - Tổng từ thông sinh ra ở cuộn sơ cấp

ϕ_1 - Từ thông chính mắc vòng qua cuộn thứ cấp

$\phi_{t1} \phi_{t2}$ - Từ thông tản qua không khí trong các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp

Khi đặt vào cuộn sơ cấp của máy hàn dòng điện xoay chiều hình sin với điện áp U_1 , dòng điện sẽ chạy qua cuộn sơ cấp và tạo ra trong mạch một từ thông chính



Hình 3-23 Sơ đồ máy biến áp

W_1 - Cuộn dây sơ cấp; W_2 - Cuộn dây thứ cấp; 3 - Lõi từ (gông từ của máy biến áp)

$$\phi_1 = \phi_o + \phi_{t1}.$$

Do mạch từ khép kín nên ϕ_o mức vòng cuộn thứ cấp và sinh ra từ thông tản ϕ_{t2} . Các từ thông trên sinh ra suất điện động trong cuộn sơ cấp và thứ cấp :

$$\text{Trong cuộn sơ cấp : } e_1 = -W_1 \frac{d\phi}{dt} = -\frac{d\phi_1}{dt}$$

Trong cuộn thứ cấp : $e_2 = -w_2 \frac{d\phi}{dt} = - \frac{d\phi_2}{dt}$

Trong đó : $\phi_1 = W_1 \cdot \phi_0 = \phi_o + \phi_{t1}$

$$\phi_2 = W_2 \cdot \phi_0 = \phi_o + \phi_{t2}$$

Hệ số liên hệ từ : $K_t = \frac{\phi_o}{\phi_o + \phi_{t1}}$

ở điều kiện làm việc bình thường thì ϕ_{t1} rất nhỏ nên $K_t = 1$
 Khi máy biến áp có từ thông tản lớn

$$\phi_t = \phi_{t1} + \phi_{t2} + \phi_{loitudidong}$$

e_1 & e_2 có trị số cực đại là

$$E_{1m} = \omega \cdot W_1 \cdot \phi_o$$

$$E_{2m} = \omega \cdot W_2 \cdot \phi_o$$

Trị số hiệu dụng của chúng sẽ là :

$$E_1 = \omega \cdot W_1 \cdot \phi_o$$

Trị số hiệu dụng của chúng sẽ là :

$$E_1 \approx 4,44 \cdot f W_1 \cdot \phi_o$$

$$E_{t1} \approx 4,44 \cdot f W_1 \cdot \phi_{t1}$$

$$E_2 \approx 4,44 \cdot f W_2 \cdot \phi_o$$

$$E_{t2} \approx 4,44 \cdot f W_2 \cdot \phi_{t2}$$

f - tần số dòng điện

$$U_1 = E_1 + E_{t1} \approx 4,44 \cdot f \cdot W_1 \cdot \phi_1$$

Hệ số máy biến áp : $K = \frac{U_1}{U_2} \approx \frac{W_1 \phi_1}{W_2 \phi_o} = \frac{W_1}{W_2} \cdot \frac{1}{K_t} \approx$

$$K_t = \frac{\phi_o}{\phi_1}$$

Đặc điểm chung của máy biến áp hàn :

- Máy biến áp hàn là máy biến áp hạ áp. Có điện áp thứ cấp thấp ($U_{kt} < 100V$) để đảm bảo an toàn cho người sử dụng.
- Dòng thứ cấp lớn để đủ cung cấp nguồn nhiệt cho quá trình nung chảy kim loại khi hàn .
- Máy biến áp hàn có số vòng dây cuộn thứ cấp ít hơn cuộn sơ cấp và tiết diện dây quấn cuộn thứ cấp lớn hơn tiết diện dây quấn cuộn sơ cấp.
- Số vòng dây ở cuộn thứ cấp phải thay đổi được để điều chỉnh cường độ dòng điện hàn.
- Phải hạn chế dòng ngắn mạch để tránh cho máy khỏi bị hư hỏng.
- Máy biến áp hàn hồ quang tay có đường đặc tính ngoài cong dốc. Để tạo ra loại đường đặc tính này người ta sử dụng máy biến áp hàn có bộ tự cảm riêng (máy biến áp hàn có cuộn kháng ngoài), hoặc chế tạo mạch từ có từ thông tản lớn như máy hàn có lõi từ di động,...

Máy biến áp hàn có bộ tự cảm riêng.

Các chế độ làm việc của máy

Chế độ không tải : khi mạch ngoài hở:

$$I_h = I_{KT} = 0$$

$$U_2 = U_{kt} = U_{20}$$

Khi làm việc : $U_h = U_{20} - U_{tc}$.

$$U_{tc} = I_h \cdot (R_{tc} + X_{tc})$$

$$X_{tc} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

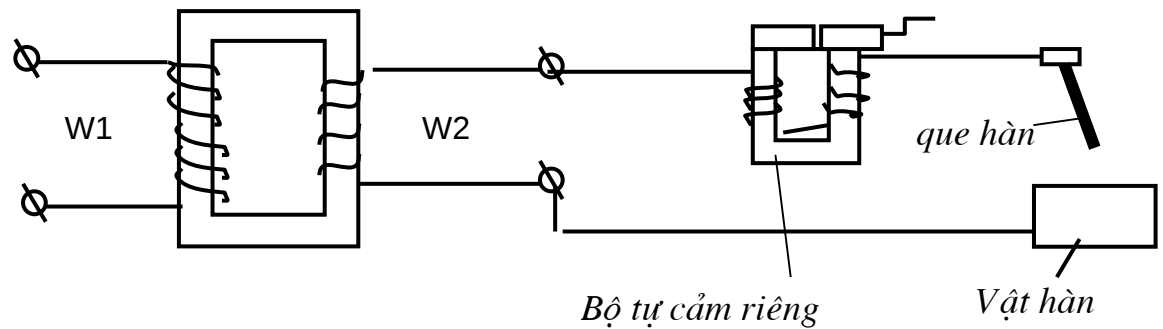
trong đó

f - tần số dòng điện

L - Hệ số tự cảm của bộ tự cảm

R_{tc} - Điện trở thuần của bộ tự cảm;

X_{tc} - Trở kháng của bộ tự cảm.



Hình Sơ đồ nguyên lý máy biến áp hàn có bộ tự cảm riêng

Khi dòng điện tăng, từ thông qua bộ tự cảm tăng (phụ thuộc vào khe hở của mạch tự bộ tự cảm) lúc đó hiệu điện thế hàn sẽ giảm.

Chế độ ngắn mạch :

$$I_{n.m} = \frac{U_2}{0,8 \cdot \pi^2 f \cdot 10^{-8} W_{tc}^2} \frac{R_t}{R + r} \approx \frac{U_2 + \Delta U}{R + r}$$

R_t - Từ trở của bộ tự cảm

R - điện trở mạch hàn

r - điện trở cuộn thứ cấp ($R+r \approx 0.001 \text{ ôm}$)

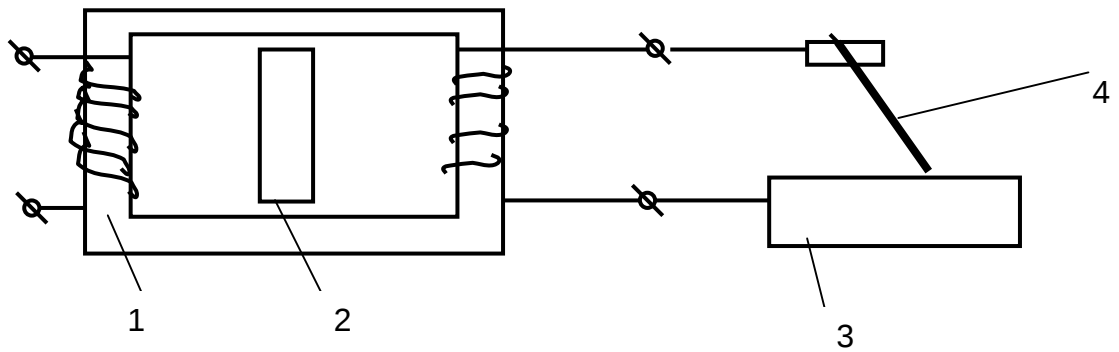
ΔU điện thế rơi trên cuộn thứ cấp

W_{tc} - số vòng dây của bộ tự cảm

B. Máy hàn có lõi từ di động

Đây là loại máy hàn xoay chiều có từ thông tản lớn.

Sơ đồ nguyên lý :



Hình 3 - 24 Sơ đồ nguyên lý máy biến áp có lõi từ di động
1- Gông từ, 2- Lõi từ di động 3- Vật hàn, 4- Que hàn

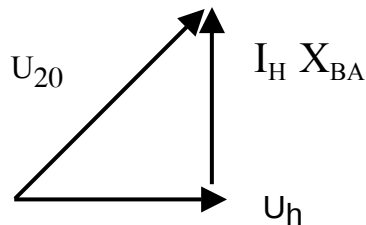
Các chế độ làm việc:

Khi không tải $I_2 = I_h = 0$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{U_1}{U_{20}} = \frac{W_1 \cdot \phi_1}{W_2 \cdot \phi_0} = \frac{W_1}{W_2 \cdot K_t}$$

Điện áp không tải :

Khi có tải $I_h \neq 0$;
 $X_{ba} = \omega \cdot (W_2)^2 R_m$; $\omega = 2\pi f$
 R_m - Điện trở mạch từ có từ thông tản đi qua
 F - Tần số dòng điện



$$U_h = \overline{U_{20}} - \overline{E_{12}} = \overline{U_{20}} - \overline{I_h \cdot X_{ba}}$$

Khi ngắn mạch :

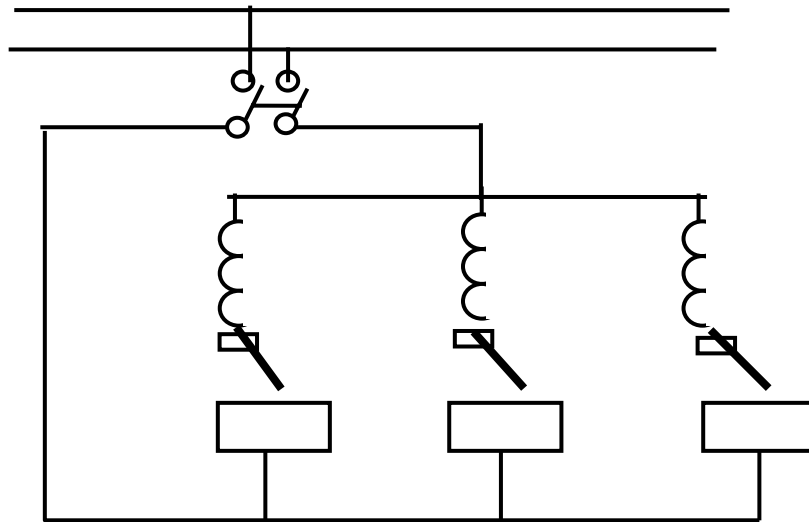
Khi I tăng sẽ làm cho suất điện động $E_{12} = U_2 = U_{20}$. Nên $U_h = 0$

$$I_{nm} = U_{20} / X_{ba}$$

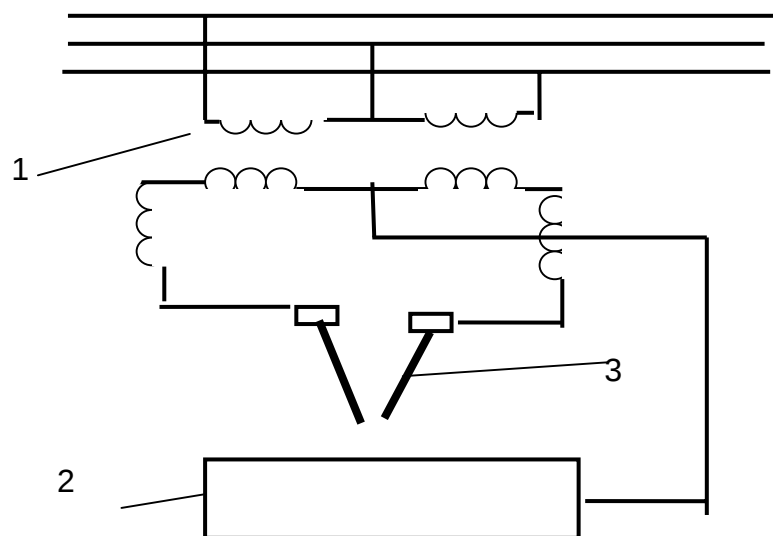
($X_{ba} = X_1 + X_2$; X_1, X_2 - Cảm kháng cuộn sơ cấp và thứ cấp)

Để điều chỉnh cường độ dòng điện hàn người ta thay đổi vị trí của lõi từ di động. Khi lõi từ đi vào gông từ, từ thông tản tăng lên và làm giảm dòng điện hàn; ngược lại khi lõi từ đi ra khỏi gông từ thì từ thông tản giảm, dòng điện hàn sẽ tăng.

Đường đặc tính ngoài của loại máy này rất dốc nên chỉ ứng dụng cho loại máy hàn có dòng không lớn.



Hình 3 - 25 Sơ đồ nguyên lý máy hàn có nhiều trạm



Hình 2 - 26 Sơ đồ nguyên lý máy hàn 3 pha
1- máy biến áp hàn 2 - Vật hàn 3 - Que hàn (điện cực hàn)

C. Máy hàn một chiều

Máy hàn điện một chiều cũng như các loại máy điện một chiều khác có 3 bộ phận cơ bản: phần cảm, phần ứng và vành đổi chiều.

Phần cảm : là phần cố định, phần này tạo ra từ thông chính của máy do cuộn kích từ.

Phần ứng : là phần quay có lõi thép hình trụ bắt chặt vào trục, trên bề mặt lõi thép có xẻ rãnh để đặt các dây quấn phần ứng. Thân máy, cực từ (phần cảm), lõi thép hợp thành mạch từ của máy điện một chiều.

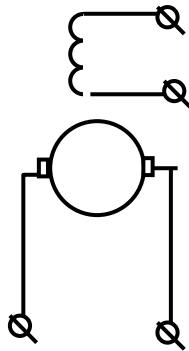
Vành đổi chiều : gồm các lá đồng ghép thành hình trụ, giữa các lá đồng có lớp cách điện với nhau và với trục bằng một lớp mica mỏng. Trên vành đổi chiều có 2 chổi than được giữ cố định tại một vị trí và nối dây ra mạch ngoài.

Dựa vào phương pháp kích từ máy điện một chiều có các loại : kích từ độc lập, kích từ song song, kích từ nối tiếp và kích từ hỗn hợp.

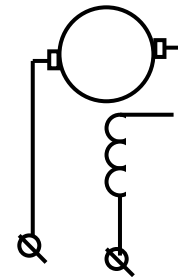
Phân loại máy phát điện hàn một chiều:

1. Máy phát điện hàn có cuộn kích từ độc lập và cuộn dây khử từ (cuộn cản) mắc nối tiếp.
2. Máy hàn có cuộn kích từ song song và cuộn khử từ mắc nối tiếp.
3. Máy hàn một chiều có cực từ lắp rời.
4. Máy hàn điện một chiều có nhiều trạm. ...

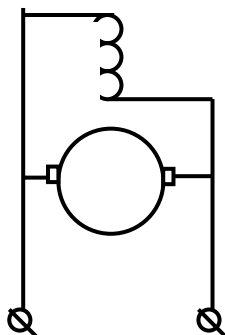
Dựa vào đường đặc tính ngoài của máy có các loại cong dốc, dốc thoải và loại đặc tính cứng.



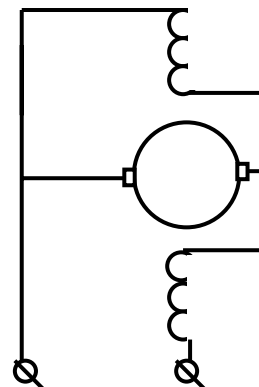
a/



b/



c/

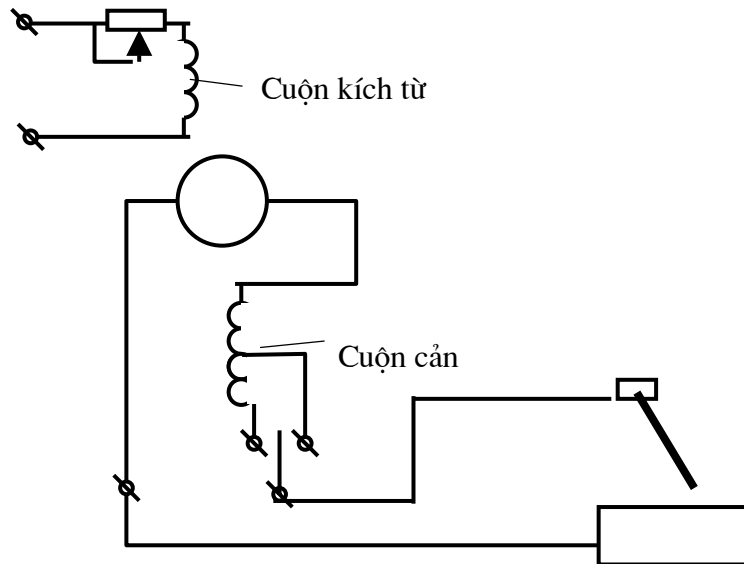


d/

Hình 3 - 27 Sơ đồ nguyên lý một số máy phát

- a/ Sơ đồ nguyên lý máy phát có cuộn kích từ độc lập
- b/ Sơ đồ nguyên lý máy phát có cuộn kích từ mắc nối tiếp
- c/ Sơ đồ nguyên lý máy phát có cuộn kích từ mắc song song
- d/ Sơ đồ nguyên lý máy phát có các cuộn dây nối hỗn hợp

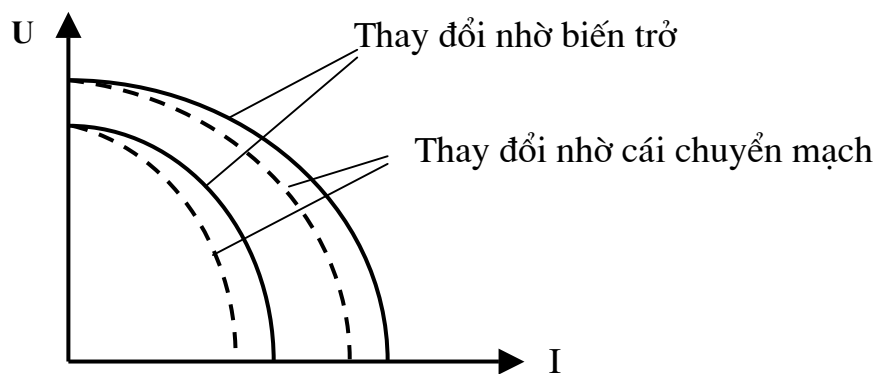
Máy phát điện hàn có cuộn kích từ độc lập và cuộn dây khử từ (cuộn cản) mắc nối tiếp.



Hình 3 - 28 Sơ đồ nguyên lý một máy hàn một chiều kiểu kích từ độc lập

Cuộn cản tạo ra từ thông cản nhằm khử từ và tạo ra đường đặc tính ngoài công và dốc.

Được đặc tính ngoài của máy hàn hồ quang tay bằng dòng điện một chiều có dạng như sau:



Hình 3 - 29 Đường đặc tính ngoài .

Từ thông sinh ra trong cuộn cảm có hướng chống lại từ thông chính do cuộn kích từ sinh ra ($\Phi_{\text{chính}}$). Tổng hợp từ thông của máy khi làm việc sẽ là :

$$\Phi_{\text{tổng}} = \Phi_{\text{chính}} - \Phi_c$$

Khi không tải $I_h = 0$,

$\Phi_c = 0$ Vì chưa có dòng điện đi qua cuộn cảm

$$U_{kt} = C\Phi_{\text{chính}}$$

$$\Phi_{\text{chính}} = (I_{kt} \cdot W_{kt}) / R_{\text{khe hở}}$$

$R_{\text{khe hở}}$ - Từ trở của các khe hở mà từ thông đi qua (từ trở của mạch từ).
Thay đổi vị trí của biến trở sẽ thay đổi cường độ dòng điện kích từ và từ đó thay đổi hiệu điện thế không tải của máy. Ở vị trí đầu và vị trí cuối của biến trở sẽ ứng với điện áp không tải $U_{kt \text{ max}}$ và $U_{kt \text{ min}}$ của máy.

Khi có tải : $I_h \neq 0$

Trong mạch chính có dòng điện hàn đi qua, ở cuộn cảm xuất hiện từ thông Φ_c có hướng ngược lại với từ thông Φ_{kt} .

Suất điện động sinh ra trong phần cảm của máy phụ thuộc vào tổng từ thông Φ_c và Φ_{kt} và được tính theo công thức:

$$E = C \cdot \Phi_{\text{tổng}} = C \cdot (\Phi_{kt} - \Phi_c)$$

Hiệu điện thế hàn sẽ là : $U_h = E - I_h \cdot R_m$

$R_m = R_{\text{máy}}$ - Điện trở của cuộn cảm, phần cảm và chổi quét,....

$$U_h = E - I_h \cdot R_m = C \cdot (\Phi_{kt} - \Phi_c) - I_h \cdot R_m$$

$$\phi_c = \frac{I_h \cdot W_{cc}}{R_t}$$

R_t - Từ trở của gông từ mà từ thông đi qua. Φ_c tăng thì U_h giảm Như vậy đường đặc tính ngoài cong dốc của máy hàn được thiết lập do có từ thông của cuộn cảm mắc nối tiếp.

Chế độ ngắn mạch : Từ thông của cuộn cảm Φ_c tăng lên đột ngột, làm cho tổng từ thông $\Phi_{\text{tổng}} = \Phi_{kt} - \Phi_c$ sẽ rất nhỏ . Từ thông này kích thích phần cảm sinh ra suất điện động của nguồn không lớn lắm và nó sẽ bị tiêu hao trên các điện trở trong của máy phát. Hiệu điện thế hàn giảm xuống gần bằng không nên dòng điện ngắn mạch được hạn chế.

$$I_{n.m} = \frac{E}{R_{m.ng.} + R_{tr}}$$

$R_{m.ng.}$ - Điện trở mạch ngoài;

$R_{m.tr}$ - Điện trở của máy phát (điện trở mạch trong)

Dòng điện hàn được điều chỉnh bằng 2 cách :

- Thay đổi vị trí của biến trở để làm thay đổi từ thông cuộn kích từ Φ_{kt} .
- Thay đổi số vòng dây của cuộn cảm.

d. Máy hàn dòng chỉnh lưu

Đặc điểm của máy hàn chỉnh lưu :

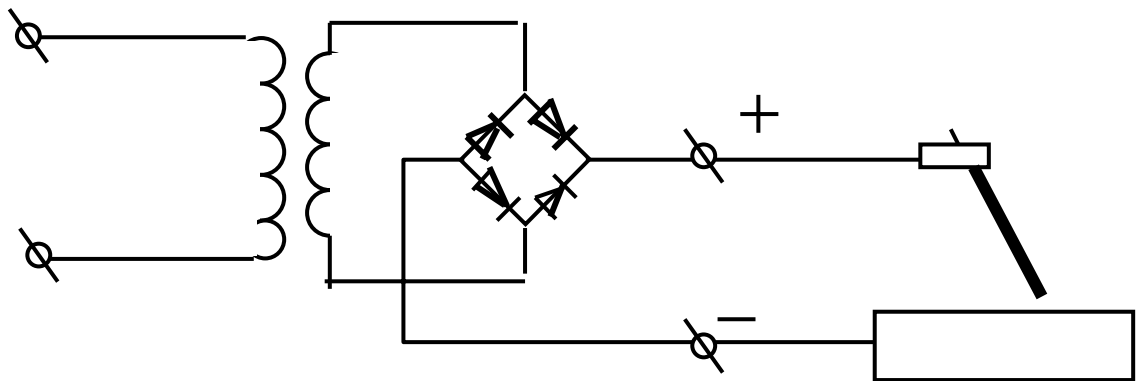
- Khoảng điều chỉnh chế độ hàn rộng;
- Chất lượng hàn cao
- Không có phần quay nên không có tiếng ồn;
- ít tổn thất khi chạy không tải;
- Khối lượng nhỏ và cơ động hơn;
- Có thể thay các dây quấn từ đồng bằng dây nhôm sẽ có giá thành rẻ hơn.

Nhược điểm :

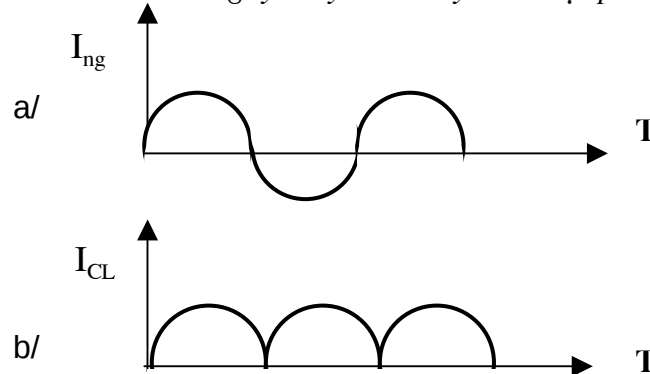
- Thời gian ngắn mạch dài, có thể làm cho điốt bị hỏng
- Phụ thuộc vào điện thế nguồn

Máy hàn chỉnh lưu có 3 bộ phận :

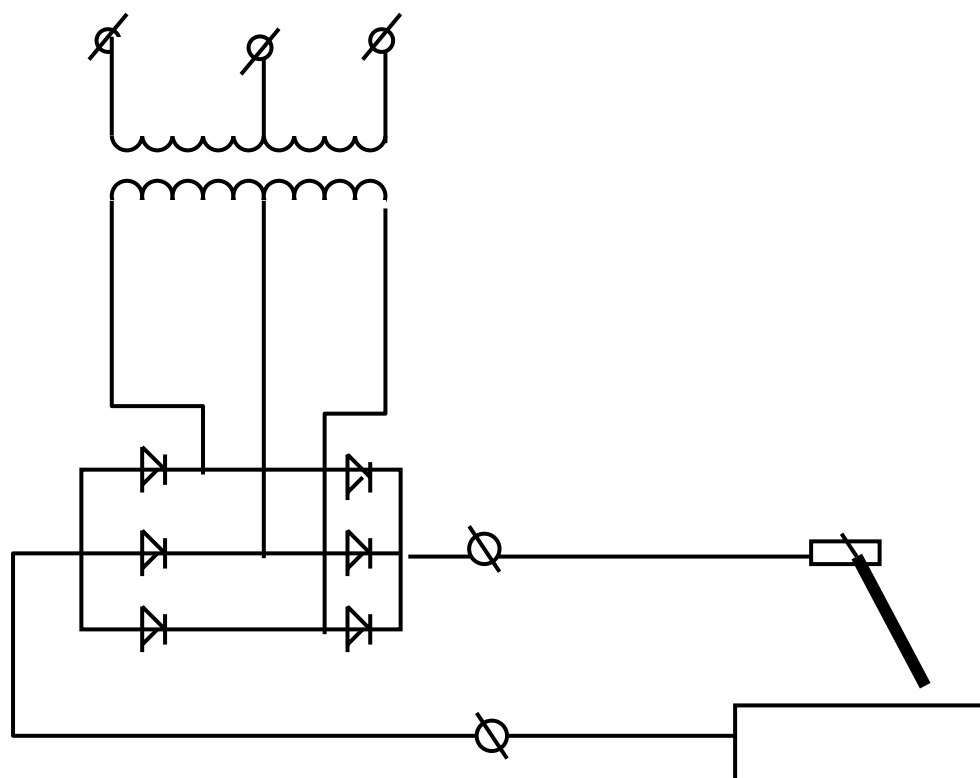
- Máy biến áp và các bộ phận điều khiển, đóng ngắt dòng và điện áp;
- Bộ phận chỉnh lưu.
- Bộ phận thay đổi dòng điện để hàn



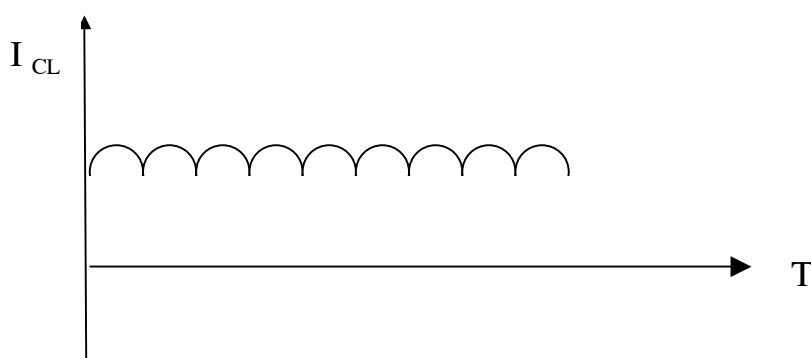
Hình 3-30 Sơ đồ nguyên lý của máy hàn một pha chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ



Hình 3 . 30 Biến thiên của dòng điện nguồn (a) và dòng chỉnh lưu (b)



Hình 3 - 31 Sơ đồ nguyên lý máy hàn chỉnh lưu 3 pha



Hình 3- 32 Đồ thị biến thiên dòng điện chỉnh lưu 3 pha

3. 5. ĐIỆN CỰC HÀN

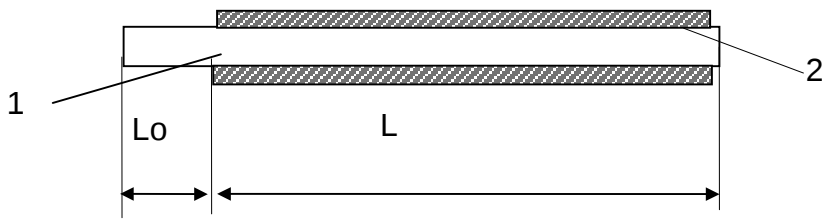
Điện cực hàn là tên gọi chung cho các loại que hàn nóng chảy và không nóng chảy. Khi hàn hồ quang ta có thể sử dụng điện cực nóng chảy (thường gọi là que hàn) và điện cực không nóng chảy. Trong thực tế do quen nên thường gọi chung là que hàn. Vì vậy trong hàn hồ quang và hàn khí ta sẽ dùng thuật ngữ “que hàn” để chỉ điện cực nóng chảy và không nóng chảy.

Que hàn không nóng chảy thường được chế tạo từ than, grafit, vonfram hoặc các vật liệu trên kết hợp với các chất để phát xạ electron (như La, Ra, ...)

Que hàn nóng chảy là loại điện cực mà lõi làm bằng kim loại (thép, gang, đồng, nhôm,...) bên ngoài có một lớp thuốc bọc. Khi hàn que hàn sẽ bổ sung kim loại và tăng cường một số tính chất đặc biệt cho mối hàn. Que hàn nóng chảy có nhiều loại

như que hàn thép các bon, que hàn thép inóc, que hàn thép hợp kim, que hàn đồng, que hàn nhôm,...

3.5.1 Cấu tạo của que hàn nóng chảy



Hình 3 - 33 Sơ đồ cấu tạo que hàn

1 - Lớp thuốc bọc

2 - Lõi que hàn bằng kim loại

Bảng 3 - 2

d_h (mm)	L_0 (mm)	L (mm)
< 3	20 - 25	250
3 - 4	20 - 25	350 - 400
5 - 6	20 - 25	450

3.5.2 Yêu cầu

- Đảm bảo cơ tính của mối hàn;
- Đảm bảo thành phần hoá học cần thiết của mối hàn;
- Có tính công nghệ tốt (dễ gây hồ quang, hồ quang cháy ổn định, nóng chảy đều, có khả năng hàn ở tất cả các vị trí trong không gian, mối hàn không có rỗ, không nứt, xỷ nổi đều và dễ bong ra, không bắn toé nhiều.
- Hệ số đắp cao;
- Không sinh khí độc hại ảnh hưởng đến sức khoẻ của công nhân;
- Dễ dàng chế tạo & giá thành rẻ;

3.5.3 Tác dụng của lớp thuốc bọc que hàn

- Kích thích hồ quang và làm cho hồ quang cháy ổn định;
- Tạo khí & tạo xỷ để bảo vệ mối hàn;
- Lớp xỷ có tác dụng làm cho muối hàn nguội chậm tránh hiện tượng tôi của mối hàn;
- Khử ôxy hoàn nguyên kim loại;
- Tăng cơ tính và một số tính chất đặc biệt của mối hàn;

3.5.4 Ký hiệu tiêu chuẩn Việt Nam

N - 48-32

- N - Chỉ que hàn nối thép;

- Số tiếp sau - chỉ độ bền $\sigma_B \cdot 10^7$ (N/m²)

- Chỉ số tiếp theo - chỉ nhóm thuốc bọc
1 - nhóm axit; 2 - nhóm bazơ; 3 - nhóm xỉ tỉ tan);
- Hàn tốt ở mọi cực : 1 4
- Hàn tốt ở cực âm : 2 5
- Hàn tốt ở cực dương : 3 6

3.5.5. Sản xuất que hàn

Que hàn có thể sản xuất bằng tay, bằng máy. Các bước cần tiến hành là Chuẩn bị lõi, chuẩn bị thuốc bọc.

Thuốc bọc que hàn có thể sử dụng các chất sau đây:

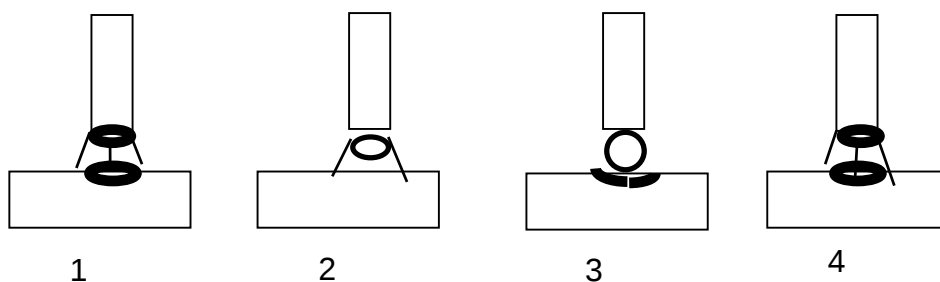
- Chất dễ gây hồ quang và ổn định hồ quang (kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ như mica : $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$
 $K_nAl_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot MgO_2$, Na_2CO_3 (thuỷ tinh lỏng)
- Chất sinh khí bảo vệ Xen lu lô, tinh bột, $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ (Dolomite $CaMg(CO_3)_2$; $C_6H_{10}O_5$)n // Destrin,
- Chất tạo xỉ [quặng sắt đỏ (Fe_2O_3 chiếm 90%)], Fe_3O_4 , cẩm thạch, $CaCO_3$, huỳnh thạch (CaF_2), $CaMgCO_3$, TiO_2 , $NaAlSi_3O_5$, $(KNaAlF_6)_3 \cdot 6SiO_2$...
- Chất khử oxy & hợp kim hoá mối hàn : Ferô hợp kim, bột nhôm, bột sắt, grafit,...
- Chất tạo hình : cao lanh $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, ben tô nhít ($nSiO_2 \cdot mAl_2O_3$), xenlulô,
- Chất dính kết : Thuỷ tinh lỏng, kriôlít ($NaAlF_6$), Destrin ($C_6H_{10}O_5$)n

Các loại que hàn không nóng chảy được chế tạo từ grafit, vonfram W, hoặc từ một số hợp kim đặc biệt khác. Đường kính điện cực vonfram trong khoảng từ 1 ... 6 mm và có thể lớn hơn.

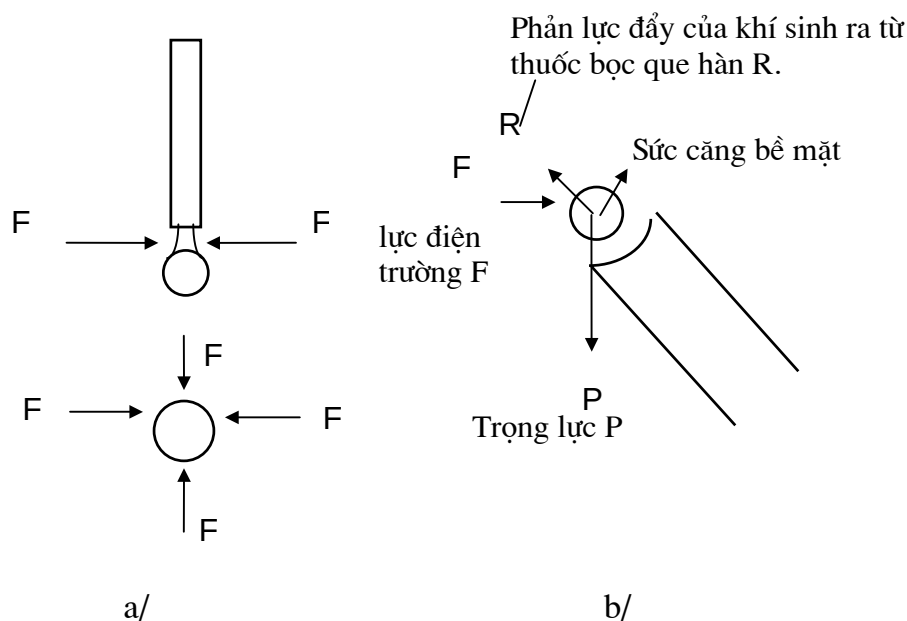
Điện cực than, grafit có $d_h = 6 \dots 30 \text{ mm}$, $l < 300 \text{ mm}$.

3- 6 QUÁ TRÌNH NÓNG CHẢY VÀ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI QUE HÀN NÓNG CHẢY.

Khi hàn hồ quang quá trình nóng chảy và dịch chuyển kim loại que hàn xảy ra qua nhiều giai đoạn:



Hình 3 - 34 Sơ đồ dịch chuyển kim loại lỏng qua các giai đoạn 1, 2, 3, 4



Hình 3 - 35 Sơ đồ phân bố lực tác dụng lên giọt kim loại lỏng

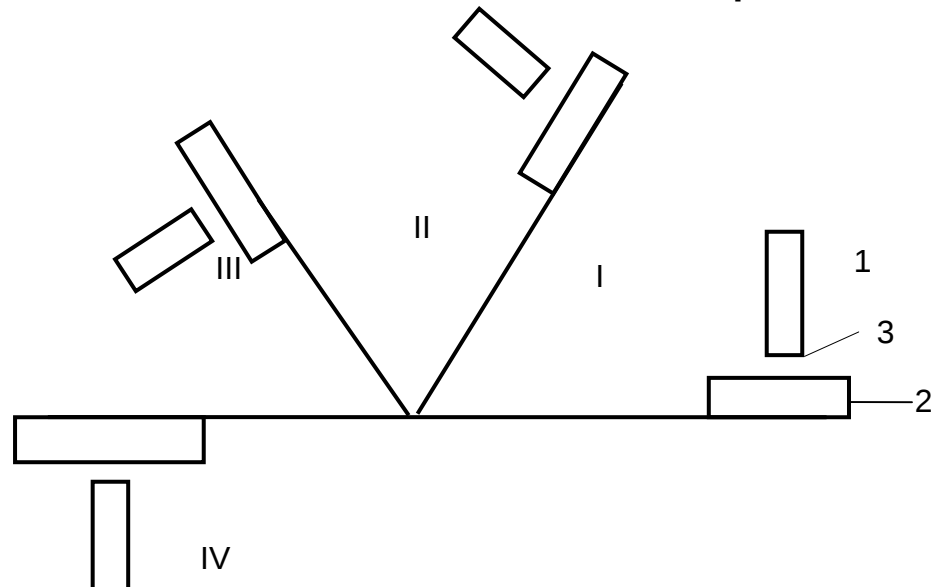
- Giai đoạn 1 : Hình thành lớp kim loại lỏng trên bề mặt que hàn và vật hàn (1). Dưới tác dụng của lực điện trường (tạo nên vùng bị co thắt) và dưới tác dụng của trọng lực giọt kim loại lỏng dịch chuyển xuống dần cho đến khi tiếp xúc vật hàn.
- Giai đoạn 2 : Dưới tác dụng của trọng lực và sức căng bề mặt giọt kim loại lỏng được hình thành. (2)
- Giai đoạn 3 : Khi giọt kim loại lỏng tiếp xúc vật hàn thì ngắn mạch, kết quả nhiệt tăng đột ngột làm cho giọt kim loại lỏng lớn nhanh và tách ra khỏi que hàn. (3) Kích thước và số lượng giọt kim loại lỏng phụ thuộc vào cường độ dòng điện, cực điện nối với que hàn , thành phần và các tính chất khác của que hàn. Giọt kim loại lỏng có kích thước khoảng 1 - 4 mm (đối với que hàn không có thuốc bọc); trên dưới 0,1 mm khi hàn dòng lớn và que hàn có thuốc bọc.

- Giai đoạn 4 : Các quá trình trên cứ tiếp tục lặp lại theo các trình tự trên (4)

Giọt kim loại lỏng luôn chịu tác dụng của các lực : trọng lực, sức căng bề mặt, phản lực của các chất khí, lực điện trường. Khi hàn sắp giọt kim loại lỏng luôn rơi và văng vũng hàn một cách dễ dàng. Khi hàn trần (xem hình b/) trọng lực gây khó khăn cho quá trình dịch chuyển kim loại đi lên. Tuy nhiên ở đây vai trò của sức căng bề mặt, lực đẩy của các chất khí và lực điện trường có vai trò rất quan trọng làm cho giọt kim loại lỏng đi lên từ que hàn vào vũng hàn. Lực điện trường bao gồm 2 lực : lực điện trường tĩnh (làm co thắt giọt kim loại lỏng) và lực điện trường động có chiều từ que hàn đến vật hàn có tác dụng đẩy giọt kim loại lỏng. Vì cường độ điện trường của que hàn (có mật độ dòng lớn) luôn luôn lớn hơn cường độ điện trường của vật hàn (có mật độ dòng nhỏ).

3.7 CÔNG NGHỆ HÀN HỒ QUANG

3.7.1 Vị trí các mối ghép hàn trong không gian : có 4 vị trí chính

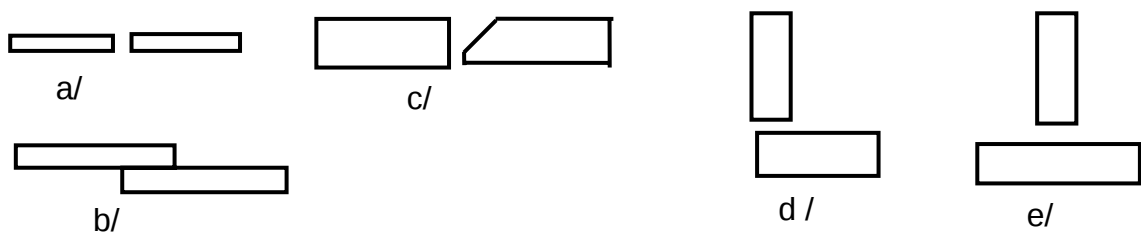


Hình 3 - 36 Vị trí các mối hàn trong không gian.

- | | |
|----------------|---|
| I - hàn bằng | II - hàn ngang , hàn leo(hay hàn đứng) |
| III - hàn ngữa | IV - hàn trần. (hàn trần là vị trí hàn đặc biệt . |
- ghi chú: 1- que hàn 2-vật hàn 3 - hồ quang

3.7.2 Các loại mối ghép hàn được phân ra:

- Mối hàn giáp mối (a, c) tức là các mép vật hàn tiếp giáp vào nhau; mối hàn chồng mí (b); mối hàn góc (d) mối ghép hàn theo kiểu chữ T , L ...(e)



Hình 3 - 37 Các loại mối ghép hàn

3.7.3 Chuẩn bị các loại mối hàn.

Để tạo điều kiện cho mối hàn kết tinh (đông đặc) tốt, tránh được một số khuyết tật, người ta phải chuẩn bị các mép hàn trước khi hàn:

Khâu chuẩn bị bao gồm các bước :

- Làm sạch mép vật hàn ;
- Đối với thép mỏng cần gấp mép ;

- Đối với thép có chiều dày lớn cần phải vát mép. hình dạng và kích thước cần vát theo tiêu chuẩn .

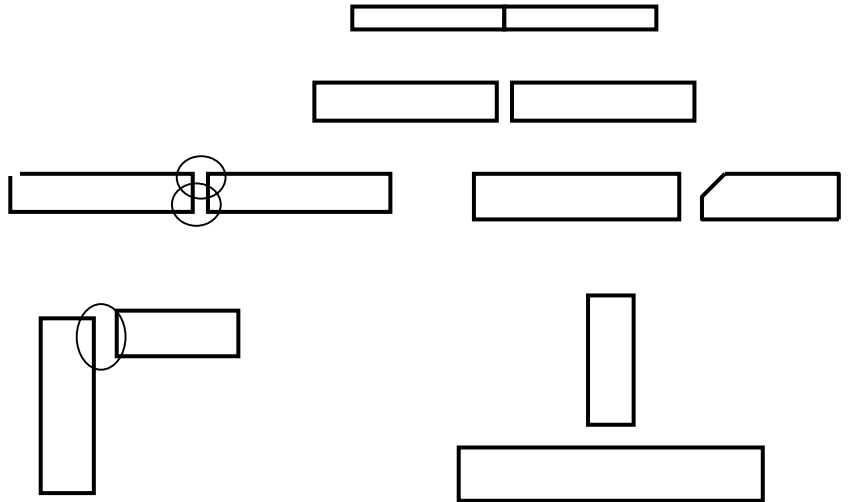
- Chọn khe hở giữa 2 vật hàn;

chiều dày $S=1-3\text{ mm}$

chiều dày $S=1-6\text{ mm}$

chiều dày $S=4-26\text{ mm}$

Khi gập góc



Hình 3 - 38 Sơ đồ các loại mối ghép hàn

3.7.4 Chọn loại que hàn

Nguyên tắc chọn que hàn có thành phần gần tương tự thành phần kim loại cơ bản. Lưu ý cần chọn que hàn có thành phần các bon thấp hơn một ít và chọn loại có các nguyên tố hợp kim để tăng cơ tính cho mối hàn.

3.7.5 Chế độ hàn

Chế độ hàn là tập hợp các thông số công nghệ và điện đặc trưng cho quá trình hàn nhằm nhận được mối hàn có chất lượng theo yêu cầu kỹ thuật. các thông số đó là:

d_h - đường kính que hàn (mm)

I_h - cường độ dòng điện hàn (A)

U_h - hiệu điện thế hàn (V)

n - số lớp cần hàn

V_h - vận tốc hàn; m/h

t_h - thời gian hàn giờ (h)

Khi hàn hồ quang tay, thì d_h và I_h là hai đại lượng quan trọng nhất .

a - Chọn đường kính que hàn phụ thuộc vào :

- Chiều dày của vật hàn ;
- Vị trí mối hàn trong không gian : hàn ngang / hàn đứng/ hàn leo chọn d_h
 $\leq 5\text{mm}$ hàn trần thì nên chọn que hàn có đường kính $d_h \leq 4\text{mm}$.
 d_h có thể chọn theo bảng sau:

Bảng 3 - 3

$S\text{ (mm)}$	1,5 - 2,0	3	4 - 8	9 - 12	16 - 20
$d_h\text{ (mm)}$	1,6 - 2,0	3	4	4 - 5	5 - 6

b - Cường độ dòng điện ;

- Chọn theo giá trị cho phép có ghi trên bao gói que hàn .

- Tính theo công thức ;

$$I_h = \frac{\pi \cdot d_h^2}{4} J \quad (A) \quad (A)$$

d_h - đường kính que hàn (tính bằng mm)

J - mật độ cường độ dòng điện hàn (A/mm^2); J - phụ thuộc vào nhóm thuốc bọc que hàn :

Bảng 3 - 4

d_h (mm)	Nhóm thuốc bọc	3	4	5
$J A/mm^2$	axit, ti tan	14,0 - 20,0	11,5 - 16,0	10,0 - 13,0
$J A/mm^2$	Bazơ	13,0 - 18,5	10,0 - 18,5	9,0 - 12,0

Chú ý :

- Khi hàn những tấm kim loại mỏng cần giảm dòng điện xuống 10 - 15 %
- Khi hàn ngang ,hàn đứng cần giảm I_h 10 -2%;
- Khi hàn trần , cần giảm xuống 15- 25 % so với vị trí hàn bằng .

c Hiệu điện thế hàn : U_h chọn trong khoảng :

30 -35 V dòng một chiều

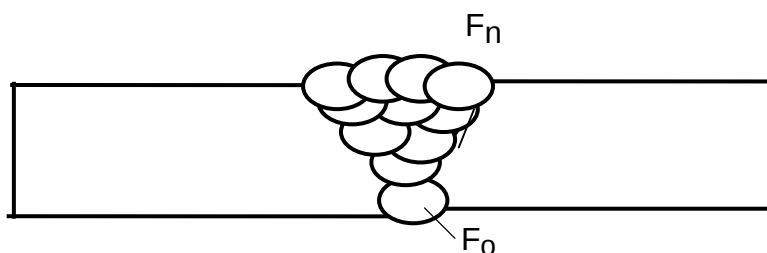
20 -30 V dòng xoay chiều

d - Tính số lớp cần hàn n.

Khi hàn thép có chiều dày lớn, ta cần hàn nhiều lớp .

- lớp thứ 1 (F_o) : ta hàn que hàn nhỏ , khoảng 3 mm

- các lớp tiếp theo (F_n) ta hàn bằng que hàn lớn có đường kính 4 hoặc 5 mm



Hình 3 39 Sơ đồ mối hàn nhiều lớp

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

F_d - diện tích tiết diện cần đắp ;

F_o - diện tích tiết diện lớp thứ nhất ;

F_n - diện tích tiết diện các lớp tiếp theo;

$$F_d = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

- dựa vào kích thước của mối hàn theo tiêu chuẩn ta tính F_d :

$$F_o = (6 - 8) d_h \quad mm^2$$

$$F_n = (8 - 12) d_h \quad mm^2$$

d - Vận tốc hàn:

$$V_h = L_h / t_h \quad \begin{array}{l} L_h \text{ chiều dài đường hàn} \\ t_h \text{ thời gian hàn} \end{array}$$

$$V_h = \frac{L_h}{t_h} = \frac{L_h \cdot F_d \cdot \gamma}{t_h \cdot F_d \cdot \gamma} = \frac{M_d}{\gamma \cdot F_d \cdot t_h} \quad \text{Mật khác } M_d = \alpha_d \cdot I_h \cdot t_h$$

$$V_h = \frac{\alpha_d \cdot I_h}{\gamma \cdot F_d} \quad (\text{cm/h}) = V_h = \frac{\alpha_d \cdot I_h}{\gamma \cdot F_d \cdot 3600} \quad (\text{cm/s})$$

Trong đó : α_d - (g/(A.h))
 γ - (g/cm³)
 F_d - cm².

f - Thời gian hàn

$$t = t_{hq} + t_{ph}$$

t_{hq} - thời gian hồ quang cháy

t_{ph} - thời gian phụ (thời gian đóng mở máy, thay que hàn, chuẩn bị vật hàn, di chuyển vật hàn, đi lại, ... Để đơn giản ta tính:

$$t = t_{hq} / K$$

k là hệ số phụ thuộc trình độ tổ chức sản xuất

$k = 0,5 - 0,6$ Trình độ tổ chức sản xuất khá

$k = 0,3 - 0,4$ Trình độ tổ chức sản xuất trung bình

$k \leq 0,3$ Trình độ tổ chức sản xuất kém

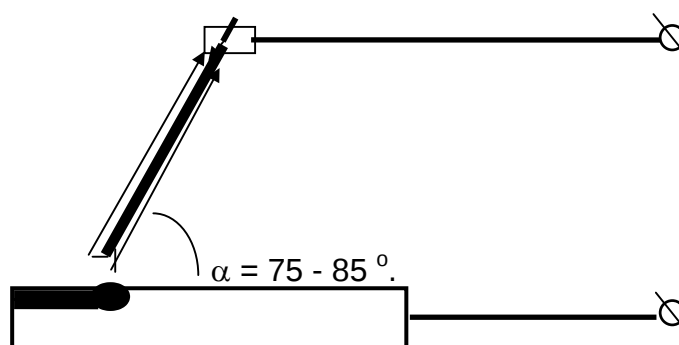
t_{hq} - thời gian hồ quang cháy.

$$t_{hq} = \frac{\gamma \cdot F_d \cdot L_h}{\alpha_d \cdot I_h} \quad (h)$$

Để tăng năng suất khi hàn ta nên chọn chế độ sao cho t_h nhỏ nhất. Hay nên cho I lớn, chọn que hàn có hệ số hàn đắp (α_d) cao; chọn que hàn lớn, hàn bằng hồ quang 3 pha hoặc hàn bằng que hàn nằm, ... Bên cạnh đó cần tổ chức sản xuất tốt để giảm thời gian phụ

3. 8 KỸ THUẬT HÀN HỒ QUANG

3.8.1 Chọn góc nghiêng que hàn hợp lý

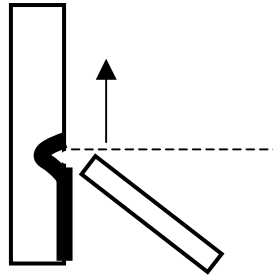


Hình 3 - 40 Góc nghiêng que hàn

- Góc nghiêng que hàn phụ thuộc chiều dày vật hàn, phương pháp hàn, và tính chất vật hàn.
- Khi hàn vật hàn có chiều dày lớn thì chọn góc nghiêng lớn;
- Vật hàn có tính dẫn nhiệt cao thì chọn góc lớn, ...

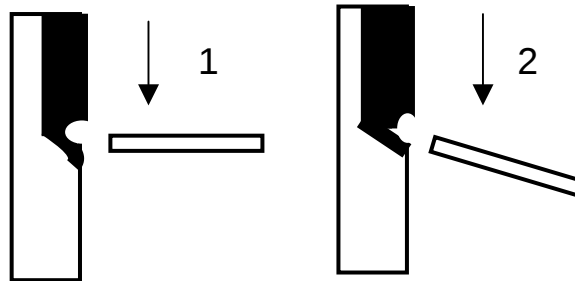
- Khi góc hàn , góc nghiêng của que hàn thay đổi để cho mỗi hàn đều hai cạnh

Khi hàn leo



Hình 3 - 41 Sơ đồ hàn leo

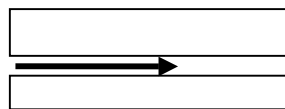
Khi hàn trên xuống



Hình 3 - 42

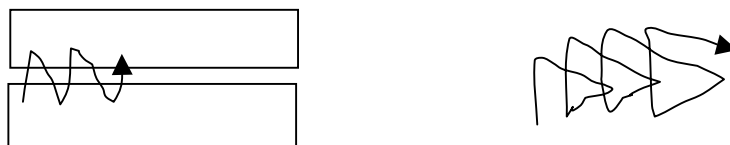
3.8.2 Chọn lượng dịch chuyển que hàn cho hợp lý :

- Khi hàn tấm mỏng thì que hàn dịch chuyển theo đường thẳng.



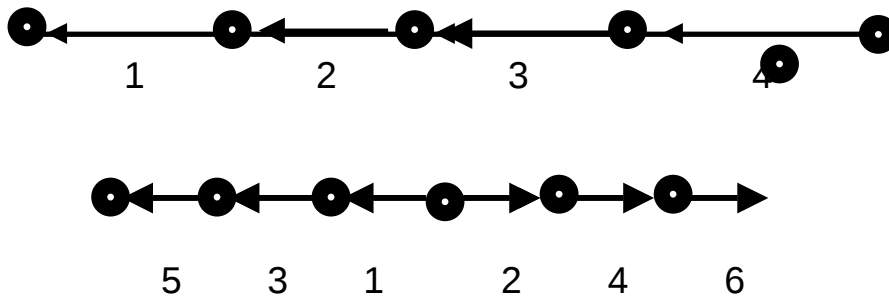
Hình 3 - 43 Nguyên tắc dịch chuyển que hàn khi hàn vật mỏng

- Khi hàn vật dày và có mối hàn rộng thì vừa tịnh tiến vừa chuyển động qua lại theo phương ngang.



Hình 3 - 44 Nguyên tắc dịch chuyển que hàn khi mối hàn rộng

- Khi hàn nhiều lớp thì cần chuẩn bị kỹ lớp hàn thứ nhất. Chọn thứ tự hàn các lớp tiếp theo hợp lý. Sau mỗi đường hàn phải làm sạch các chất xỉ, rỗ, ...
- Khi mỗi hàn có chiều dài lớn thì phải chia thành từng đoạn theo thứ tự như sau nhằm chống những biến dạng khi hàn.



Hình 3 - 45 Thứ tự hàn các mối hàn có chiều dài lớn

- Chuyển động từ giữa ra (hàn ra hai phía) : khi mối hàn nhỏ , không rộng đường hàn dài
- Chuyển động theo những đường tròn : mục đích là tăng chyeu rộng mối hàn ứng dụng khi hàn trần , hàn đứng
- Chuyển động qua lại : tăng nóng chảy hai bên mép hàn
- Chuyển động nhiều về một phía : khi hàn một tấm dày và một tấm mỏng
- Để giảm ứng suất và biến dạng khi hàn người ta người ta thường hàn theo từng đoạn đối với đường hàn lớn .
- Khi hàn trần và hàn ngang , hàn đứng cần giảm dòng điện đi từ 10 _ 20% (có khi 25%).que hàn ít dao động, chiều dài hồ quang ngắn, chọn que có đường kính nhỏ, chọn que hàn có thuốc bọc cứng , khó chảy ...

3.8 HÀN HỒ QUANG BÁN TỰ ĐỘNG VÀ TỰ ĐỘNG TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG BẢO VỆ

3.8.1 Hàn bán tự động và hàn tự động

a. Khái niệm : Hàn bán tự động là một quá trình hàn mà dây hàn được cấp tự động vào vùng hàn còn việc di chuyển mỏ hàn được thực hiện bằng tay người điều khiển.

Hàn tự động là một quá trình hàn mà việc cấp dây hàn và di chuyển mỏ hàn theo mối hàn được thực hiện hoàn toàn bằng máy.

Hàn bán tự động và bán tự động có thể được hàn trong các môi trường bảo vệ như hàn dưới lớp thuốc hoặc hàn trong các môi trường khí bảo vệ. Hàn tự động và bán tự động trong môi trường không khí hầu như không được sử dụng nữa vì chất lượng mối hàn kém.

b. Phân loại

Hàn bán tự động	→	trong môi trường khí bảo vệ	(khí trơ, khí hoạt tính, hỗn hợp các loại khí)
Hàn bán tự động	→	dưới lớp thuốc bảo vệ	
Hàn tự động	→	trong môi trường khí bảo vệ	(khí trơ, khí hoạt tính, hỗn hợp các loại khí)
Hàn tự động	→	dưới lớp thuốc bảo vệ	

c. Vật liệu hàn : Thuốc hàn (cho hàn hồ quang và cho hàn khí), dây hàn hồ quang điện và hàn khí), khí bảo vệ.

Thuốc hàn

Tác dụng : tạo xy lỏng bảo vệ kim loại mối hàn khỏi tác dụng của oxy, ni tơ trong không khí.

Thuốc hàn có dạng hạt hay bột. Thuốc hàn điện được phân ra :

Thuốc hàn nóng chảy; thuốc hàn bột (không nóng chảy : gồm keramit, bột thiêu kết, ... bao gồm các chất khoáng thiên nhiên với hợp kim ferro và thủy tinh nước.

Theo chức năng sử dụng người ta chia ra :

- Thuốc cho hàn thép các bon và hợp kim thấp;
- Thuốc hàn thép hợp kim;
- Thuốc hàn hợp kim màu;

Theo thành phần các chất người ta chia ra :

- Loại có SiO_2 cao (40 - 50 % SiO_2)
- Loại SiO_2 thấp (< 35 % SiO_2)
- Loại không có SiO_2 .
- Loại không chứa oxy
- Xy có tính bazơ : CaO , MgO , FeO , ...
- Xy có tính axit TiO_2 , SiO_2 ,...
- Xy trung tính chứa Cl_2 , F_2 .

Yêu cầu đối với thuốc hàn :

- Nhiệt độ nóng chảy của thuốc hàn nhỏ hơn nhiệt độ nóng chảy của kim loại cơ bản khoảng 200 - 300 °C.
- Thuốc hàn phải có độ ẩm thấp và độ bền cơ học nhất định.
- Thuốc hàn phải tạo điều kiện cho hồ quang dễ cháy và cháy ổn định.
- Thuốc hàn phải tạo điều kiện cho quá trình hình thành mối hàn tốt, đặc chắc, không có rỗ khí, ngậm xy,...
- Đảm bảo khử các tạp chất và thoát khí tốt; loại trừ các khuyết tật như rỗ khí, ngậm xỉ, nứt vùng mối hàn.
- Hợp kim hoá mối hàn, đảm bảo cơ tính tốt
- Tạo màng mỏng bảo vệ và dễ dàng tách khỏi bề mặt mối hàn.
- Không sinh bụi và khí độc hại
- Giá thành hạ

Khí bảo vệ mối hàn

Khí trơ (Inert gas) : Ar, He

Khí hoạt tính (active gas) : CO_2 , N_2 , H_2 , Hơi nước (H_2O)

Dây hàn có các loại :

- Dây hàn thép các bon và hợp kim thấp, dây hàn thép hợp kim, dây hàn hợp kim cao
- Dây hàn đắp;
- Dây hàn bột ;
- Dải kim loại

Đường kính dây hàn : 0,3; 0,5; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 6,5; 8 mm

Khối lượng một cuộn : 1,5 - 30 kg có thể đến 80 kg (cả khung dây)

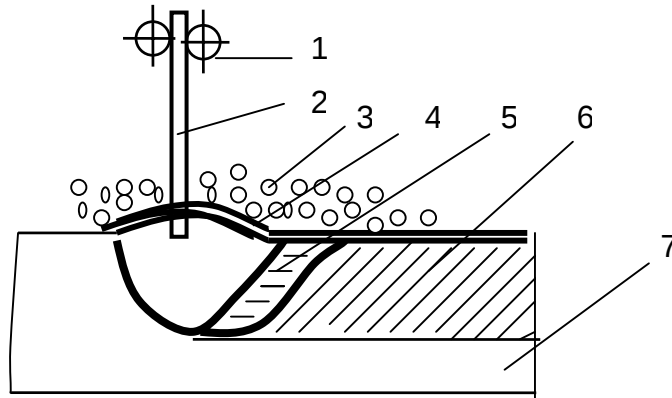
3.8.2. Hàn hồ quang tự động và bán tự động dưới lớp thuốc bảo vệ

a. Khái niệm

Hồ quang hở là hồ quang tiếp xúc với không khí, năng suất cao hơn khi hàn hồ quang tay nhưng chất lượng mối hàn thấp.

Hồ quang kín - là hồ quang cháy dưới lớp thuốc hoặc trong các môi trường khí bảo vệ khác.

b. Sơ đồ nguyên lý hàn tự động dưới lớp thuốc bảo



Hình 3 - 46 Sơ đồ nguyên lý hàn tự động dưới lớp thuốc bảo vệ

1- Con lăn cấp dây hàn; 2- Dây hàn; 3- Thuốc hàn; 4- Lớp xỉ đã đông đặc;
5- Lớp kim loại lỏng; 6- Lớp kim loại mới kết tinh

Đặc tính của hàn hồ quang tự động dưới lớp thuốc.

- ít hao tổn kim loại, hệ số hàn đắp cao, tiết kiệm được kim loại que hàn.
- Hệ số mất mát nhiệt thấp do thuốc hàn không dẫn nhiệt và dẫn điện,
- Cho phép hàn với dòng điện cao nên tốc độ hàn lớn, năng suất hàn cao.
- Vùng ảnh hưởng nhiệt nhỏ do thể tích nóng chảy (V_h) nhỏ.
- Chất lượng mối hàn cao; cơ tính tốt.
- Điều kiện lao động tốt do hồ quang kín.
- Cho phép cơ khí hoá và tự động hoá quá trình hàn.

Nhược điểm :

- Khó thực hiện các mối hàn có hình dạng và quỹ đạo hàn phức tạp.
- Giá thành thiết bị đắt.
- Yêu cầu khí gas lấp và chuẩn bị hàn khá công phu.

c. Công nghệ hàn tự động dưới lớp thuốc.

Chuẩn bị vật hàn (tương tự hàn hồ quang tay)

Các loại mối hàn :

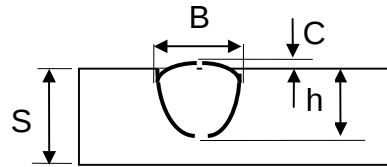
- Hàn một phía
- Hàn 2 phía
- Hàn có tấm lót thép hay tấm lót bằng đồng.
- Hàn có đệm thuốc

- Hàn theo quỹ đạo thẳng và cong

Các thông số mối hàn.

Hình dáng mối hàn và các hệ số của nó

Hệ số ngấu : $\psi_{ng} = \frac{B}{h}$



B - chiều rộng mề hàn
mm

C - Chiều cao
mm

Hình 3 - 47 Một số kích thước cơ bản của mối hàn

$\Psi_{ng} = 0,8 - 4$ (Tốt nhất là 1,2 - 2) [14] Sebeko-1975-page 171)

$\Psi_{ng} < 0,8$ Dễ bị nứt nóng

$\Psi_{ng} > 4$ Tăng biến dạng và nguồn nhiệt sẽ không được cung cấp hợp lý.

Hệ số hình dáng mối hàn : $\psi_{hd} = \frac{B}{C}$

$\Psi_{hd} = 5 - 12$ (thường lấy bằng 7 - 12)

$\Psi_{hd} > 12$ Mối hàn bị lõm

$\Psi_{hd} < 5$ Mối hàn bị tập trung ứng suất

Hệ số điền đầy ngấu mối hàn : $\mu_{hd} = \frac{F_{ng}}{B \cdot h}$

Hệ số điền đầy lõi mối hàn : $\mu_{lđng} = \frac{F_{dl}}{B \cdot C} \approx 0,73$

Hệ số hình dáng vũng hàn (bể hàn) : $\psi_{vh} = \frac{L}{B} \approx const.$

(hệ số này không đổi nếu các thông số của chế độ hàn không đổi. tính chất của vật liệu đồng nhất).

$$L = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot T_{nc}} = K \cdot \frac{U_h \cdot I_h}{\lambda \cdot T_{nc}}$$

$$Q = 0,24 \cdot U_h \cdot I_h \cdot \eta_{hq} \quad (\text{cal})$$

U_h - Điện áp hàn(V); I_h - Cường độ dòng điện hàn

η_{hq} - Hệ số hữu ích của nguồn nhiệt (hồ quang hàn) $\eta_{hq} \approx 0,98$

K - hệ số $K = 2,8 - 3,6 \text{ mm/(KVA)}$ khi hàn thép các bon thấp
(Page 107 Hàn ống 1962)

$K = 1,7 - 2,3 \text{ mm/(KVA)}$ khi hàn bằng que hàn có thuốc bọc dày.

Giả sử tiết diện ngấu của mối hàn là nửa hình tròn thì

$$B = 2r \quad (*); \quad T_{\max} = \frac{2 \cdot Q}{\pi \cdot e \cdot C \cdot \gamma \cdot V_h \cdot r^2} = \frac{2 \cdot q_{dv}}{\pi \cdot e \cdot c \gamma \cdot r^2} \quad (**)$$

Từ (**) ta có
$$r^2 = \frac{2q_{dv}}{\pi \cdot e \cdot c \cdot \gamma \cdot T_{nc}}$$

Trong đó : c - nhiệt dung riêng (cal/°C)
 γ - Khối lượng riêng của vật liệu (g/cm³)
 λ - Hệ số truyền nhiệt (cal/(cm.s)
 $C \cdot \gamma$ - Nhiệt dung riêng thể tích (cal/ (cm³.°C)
 $a = \frac{\lambda}{C \cdot \gamma}$ (***) a - độ dẫn nhiệt độ (cm²/s)

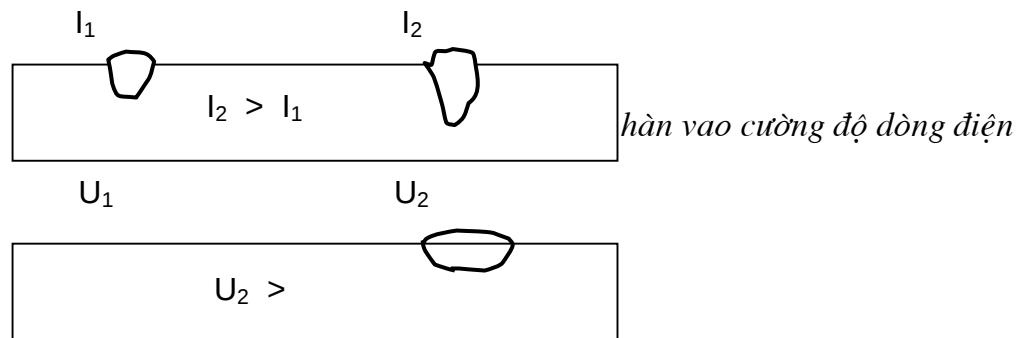
Từ (**) (***) ta có
$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot Q}{\pi \cdot e \cdot c \cdot \gamma \cdot T_{nc}}} = \sqrt{\frac{2q}{V_h \cdot \pi \cdot e \cdot c \cdot \gamma \cdot T_{nc}}}$$

Ta có : $q = Q/V_h$.

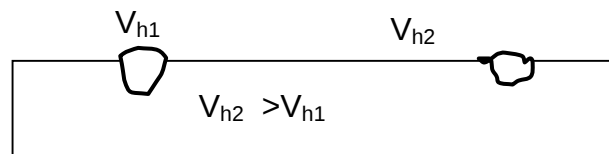
$$\mu_{vh} = \frac{L}{B} = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot T_{nc} \cdot B} = A \cdot U_h \cdot I_h \cdot V_h = Const$$

Sự phụ thuộc của hình dạng mối hàn vào chế độ hàn.

Hình dáng và kích thước của mối hàn phụ thuộc cường độ dòng điện hàn (I_h), mật độ cường độ dòng điện $J = I/F$ (A/cm²), điện áp hàn (U_h), Vận tốc hàn (V_h), loại dòng điện và cực của nó, điện cực, kích thước dây hàn,...

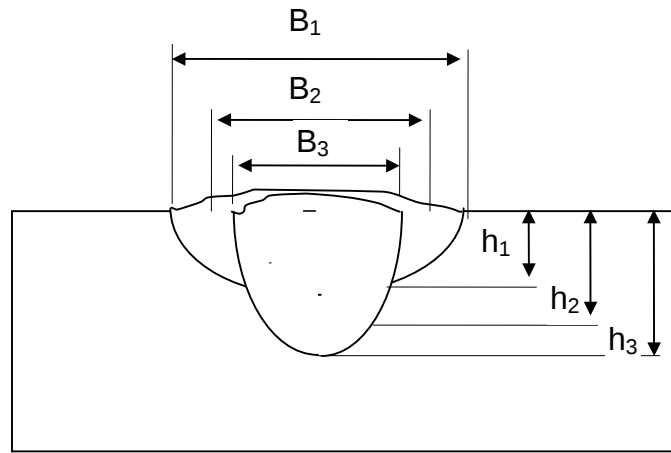


Hình 3 - 50 Sự phụ thuộc kích thước mối hàn vào điện áp hàn



Hình 3-51 Kích thước mối hàn phụ thuộc chế độ hàn
a/ Dòng điện tăng thì chiều sâu của mối hàn tăng
b/ Điện áp tăng làm cho chiều rộng tăng
c/ Vận tốc tăng làm cho tiết diện giảm và không đều

Để đơn giản hoá cho quá trình tính toán ta đưa ra 3 đường đẳng nhiệt ứng với các chế độ hàn khác nhau và có độ ngấu tăng dần từ dạng nửa ellip ngang đến nửa nửa đường tròn và dạng nửa ellip đứng (xem hình 3-52).



Hình 3 - 52 Sơ đồ các mô hình để tính toán kích thước mối hàn

Dạng 1 : hình ellíp ngang có diện tích tiết diện :

$$F_{1ng} = \pi \cdot \frac{B_1}{2} \cdot \frac{h_1}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{B_1}{h_1} \cdot \frac{h_1^2}{2} = \pi \cdot \frac{h_1^2}{4} \psi_{ng1}.$$

Dạng 2 : Nửa hình tròn : $F_{ng2} = \frac{\pi \cdot B_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot h_2^2}{4}$

Dạng 3 : hình ellíp đứng :

$$F_{31ng} = \pi \cdot \frac{B_3}{2} \cdot \frac{h_3}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{B_3}{h_3} \cdot \frac{h_3^2}{2} = \pi \cdot \frac{h_3^2}{4} \psi_{3ng}.$$

Sơ đồ dạng 1 hợp lý hơn nên có thể viết như sau : Từ các công thức trên khi hàn thép các bon và thép hợp kim thấp chiều sâu ngấu có thể tính gần đúng theo công thức :

$$h_1 = h = 0,0156 \sqrt{\frac{q_{dv}}{\psi_{ng1}}} \quad (\text{mm})$$

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ chiều sâu ngấu được tính theo công thức :

$$h_1 = h = 0,0165 \sqrt{\frac{q_{dv}}{\psi_{ng1}}} \quad (\text{mm}) \quad (15)$$

Hệ số ngấu có thể xác định theo công thức thực nghiệm :

$$\psi_{ng} = k \cdot (19 - 0,01 I_h) \cdot \frac{d_h \cdot U_h}{I_h} \quad (16)$$

K - hệ số phụ thuộc loại dòng điện.

K = k₁ = 1 Dòng xoay chiều

Nếu J ≥ 120 A/mm².

$$K = k_2 = 1,12$$

Dòng một chiều nối thuận

$$K = k_3 = 0,92$$

Dòng một chiều nối nghịch

Nếu J < 120 A/mm².

$$K = k_2 = \frac{2,82}{J^{0,1925}}$$

Dòng một chiều nối thuận

$$K = k_3 = 0,367 \cdot J^{0,1925}$$

Dòng một chiều nối nghịch

Xác định chiều rộng mối hàn : B = Ψ_{ng} · h

Xác định chiều cao mối hàn : $C = \frac{F_d}{0,73.B}$

$$F_d = \frac{\alpha_d \cdot I_h}{3600 \cdot \gamma \cdot V_h (cm / s)} \quad (cm^2)$$

$$F_d = \frac{\alpha_d \cdot I_h}{3600 \cdot \gamma \cdot V_h (m / h)} \quad (mm^2)$$

Khi hàn tự động dưới lớp thuốc

$$\alpha_d = \alpha_{ch}$$

Khi hàn trong môi trường khí bảo vệ

$$\alpha_d = \alpha'_{ch} + \Delta\alpha_{ch}$$

Khi hàn dòng xoay chiều

$$\alpha_d = 7 + \frac{70,2 \cdot 10^{-3} \cdot I_h}{d^{1,035}} \quad g/(A.h)$$

Khi hàn dòng một chiều nối thuận $\alpha_d = 6,3 + \frac{70,2 \cdot 10^{-3} \cdot I_h}{d^{1,035}}$

Khi hàn dòng một chiều nối nghịch $\alpha_d = 11,6 \pm 0,4$

Tính toán chế độ hàn tự động dưới lớp thuốc

$$h_l = S/2 + k$$

$$k = (1 \dots 3) \text{ mm}$$

$$I_h = (80 - 100) h_l$$

$$(A) \quad h_l \text{ tính bằng mm}$$

$$I_h = h_l / k_h$$

Bảng 3 - 5

d _h mm	K _h		
	Xoay chiều	1 chiều (thuận)	1 chiều (nghịch)
2	1,3	1,15	1,45
3	1,15	0,95	1,30
4	1,05	0,85	1,15
5	0,95	0,75	1,10
6	0,90	-	-

$$I_h = \frac{\pi \cdot d_h^2}{4} J$$

Bảng 3 - 6

d _h	mm	2	3	4	5	6
J	A/mm ₂	65-200	45-90	35-60	30-50	25-45

Xuất phát từ điều kiện $B = 2r$ ta có : $\mu_{vh} = A \cdot U_h \cdot I_h \cdot V_h = \text{Const}$

$$U_h \approx \text{Const} \rightarrow V_h \cdot I_h = A' \rightarrow V_h = \frac{A'}{I_h}$$

Bảng 3 - 7

d _h	mm	1,2	2	3	4	5	6
A'		(2-6).10 ³	(5-8).10 ³	(12-16).10 ³	(16-20).10 ³	(20-25).10 ³	(25-30).10 ³

Kinh nghiệm có thể nhận : $V_h = 2500 / I_h$

(Sebeko-page 174-1975)

Tính hiệu điện thế hàn :
$$U_h = U_o + \frac{B \cdot I_h}{d_h^n} \pm 1$$

Gía trị (+ 1) Khi hàn giáp mối

Gía trị (- 1) khi hàn góc

$$U_o = 20 \text{ V nếu } d_h = (2 - 6) \text{ mm}$$

Tính vận tốc cấp dây hàn :

Vận tốc cấp dây hàn được tính toán dựa theo điều kiện cân bằng khối lượng kim loại cần đắp với thể tích dây hàn.

$$\gamma_{KL} \cdot V_d = \gamma_{dh} \cdot V_{dh}$$

$$\gamma_{dh} \cdot F_d \cdot L = F_{dh} \cdot L_{dh} \cdot \gamma_{dh}$$

$$\gamma_{dh} \cdot F_d \cdot L \cdot t = F_{dh} \cdot L_{dh} \cdot \gamma_{dh} \cdot t$$

$$F_d \cdot V_h = F_{dh} \cdot V_{dh} \quad \rightarrow$$

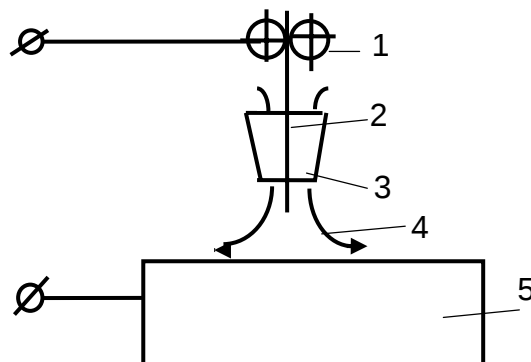
$$V_{dh} = \frac{F_d V_h}{F_{dh}}$$

Đơn vị tính :	V_{dh}	- Vận tốc dây hàn	cm/s
	V_h	- Vận tốc hàn	cm/s
	F_d	- Diện tích cần đắp	cm ² .
	F_{dh}	- Diện tích tiết diện dây hàn	cm ² .
	γ_{dh}	- Khối lượng riêng dây hàn	g/cm ³ .
	γ_{KL}	- Khối lượng riêng KL vật hàn	g/cm ³ .

3.8.3 Hàn trong môi trường khí bảo vệ

α- Giới thiệu : Hàn tự động và bán tự động trong các môi trường khí bảo vệ được ứng dụng khá rộng rãi trong thực tế từ những năm 1950-1952. Chỉ riêng ngành đóng tàu người ta thấy rằng có khoảng 30 % các kết cấu hàn bằng tay, 42 % hàn tự động và bán tự động dưới lớp thuốc, 25% hàn tự động và bán tự động trong môi trường khí bảo vệ. [6]

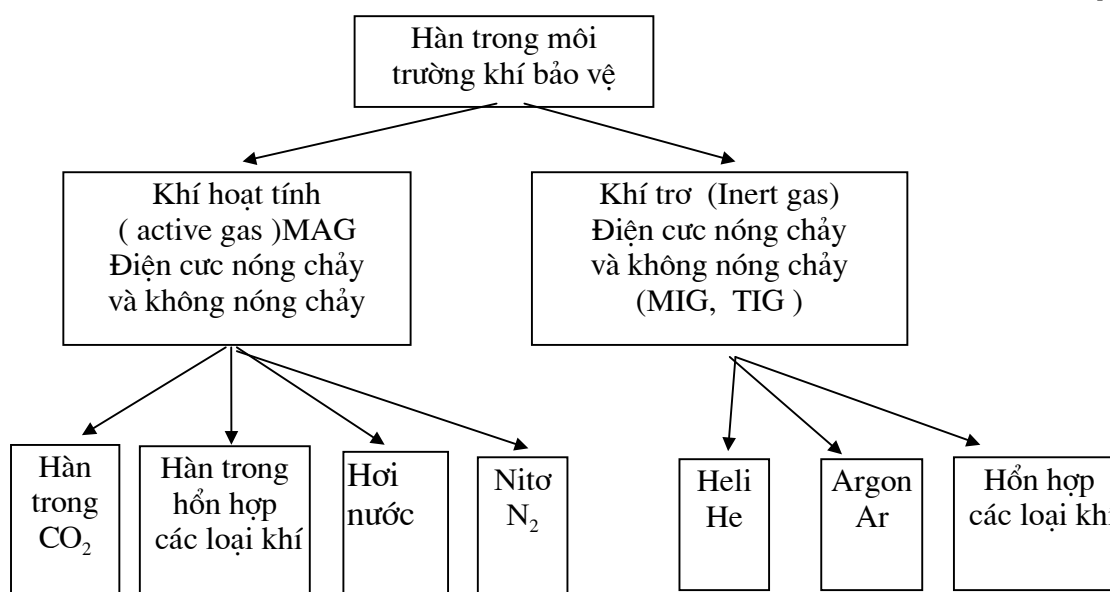
Sơ đồ nguyên lý hàn trong môi trường khí bảo vệ



Hình 3-52 Sơ đồ nguyên lý hàn trong môi trường khí bảo vệ

1 Con lăn cấp lõi; 2 - Dây hàn; 3 - Đầu mỏ hàn;
4 - Khí bảo vệ 5 - Vật hàn

c - Phân loại các phương pháp hàn trong môi trường khí bảo vệ



Hình 3-53 Sơ đồ phân loại các phương pháp hàn trong các môi trường khí bảo vệ.

d - Đặc điểm hàn tự động trong môi trường khí bảo vệ .

Khí hoạt tính : CO_2 , N_2 , H_2 ,

Khí trơ : Ar, He,

Khi hàn người ta có thể sử dụng các loại khí trơ , khí hoạt riêng biệt hoặc hợp chất của chúng như các loại khí trơ với khí trơ, khí hoạt tính này với khí hoạt tính khác hay khí trơ với khí hoạt tính.

Hàn trong môi trường khí hoạt tính dùng cho thép các bon, thép hợp kim thấp. Hàn trong môi trường khí trơ dùng cho các loại thép hợp kim, kim loại màu như nhôm, Ti,... Nitơ dùng cho hàn hợp kim đồng

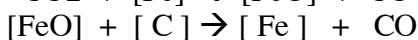
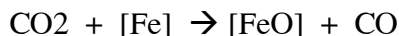
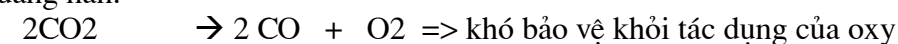
1. Nguồn điện có thể là 1 chiều nối nghịch, nối thuận, xoay chiều. Hồ quang trực tiếp và hồ quang gián tiếp. Có thể sử dụng hồ quang 3 pha. Hồ quang 3 pha thường dùng dòng xoay chiều .
2. Có thể dùng điện cực không nóng chảy (Thanh, grafit, vonfram -W), thường dùng nhất là điện cực vonfram nối trực tiếp , dòng một chiều nối thuận (cực âm nối với que hàn, cực dương nối với vật hàn); còn khi hàn dây hàn thì nối nghịch (cực dương nối với dây hàn).
3. Có thể dùng điện cực nóng chảy (dây hàn nóng chảy). Khi hàn dòng một chiều bằng dây hàn nóng chảy thường được nối nghịch (cực dương nối với dây hàn, cực âm nối với vật hàn).
4. Tốc độ cấp dây có thể ổn định và có thể thay đổi tùy theo điện áp.
5. Phương pháp hàn trong môi trường khí bảo vệ rất đa năng. Có thể hàn ở bất kỳ vị trí nào trong không gian; đảm bảo cơ khí hoá, tự động hoá quá trình hàn; chất lượng mối hàn được nâng cao; ...
6. Hàn trong môi trường khí được ứng dụng nhiều trong ngành đóng tàu.

e - Hàn trong môi trường khí CO₂.

1. CO₂ thường dùng : loại 1 (99,5%CO₂) Loại 2 (99%), Loại thực phẩm (98,5%).
2. CO₂ thường dùng ở trạng thái lỏng và cho vào bình có dung tích 40 lít và có khối lượng khoảng 25 kg.
3. Trong ngành đóng tàu thường dùng dòng một chiều nối nghịch. (P.7 Golochenko) .
4. Cho vào dây hàn một số chất (kim loại kiềm, kiềm thổ) sẽ làm tăng tính ổn định cho hồ quang hàn và cho phép hàn có sự dịch chuyển dây hàn nóng chảy theo dòng nên làm giảm sự bắn toé. Dòng xoay chiều thường làm cho hồ quang không ổn định và tăng bắn toé.
5. Chính vì thế mà hiện nay khi hàn điện cực nóng chảy trong môi trường khí CO₂ thường dùng dòng một chiều nối nghịch.
6. Dây hàn có các loại theo tiêu chuẩn : 0,3 ; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0 mm (trang 25- 1962). Dây hàn nhỏ $d = 0,5 - 1,2$ mm Dây hàn lớn $d = 1,2 - 3,0$ mm. Kích thước giọt kim loại lỏng khi hàn có ngấn mạch ($d_{giot} > 1,5 d_h$) khi không ngấn mạch là ($d_{giot} > 0,8 d_h$) và khi chảy thành dòng là ($d_{giot} < 0,8 d_h$).
7. Đặc tính dịch chuyển kim loại lỏng vào vùng hàn phụ thuộc : loại khí bảo vệ; chế độ hàn (cực nguồn điện, dòng điện hàn I_h , Hiệu điện thế hàn : U_h , Vận tốc hàn : V_h , Đường kính dây hàn : d_h , Lượng khí tiêu hao : Q_h và chiều dài của lõi dây hàn tính từ đầu mút của đầu mỏ hàn : L_d .)
8. Hàn trong CO₂ có thể dùng dòng một chiều nối nghịch, nối thuận hay hàn bằng dòng một chiều. Trong thực tế khi hàn trong CO₂ thường dùng dòng một chiều nối nghịch (*cực dương nối với mỏ hàn, cực âm nối với vật hàn*). Vì khi nối nghịch hồ quang sẽ cháy ổn định, tạo nên mối hàn có hình dáng hợp lý và đảm bảo các tính chất cần thiết của mối hàn. Khi hàn với điện cực nối thuận hồ quang sẽ cháy kém ổn định hơn và có xu hướng tạo rỗ khí và giảm sự ngấu vào kim loại cơ bản. Khi hàn dòng xoay chiều sẽ làm cho hồ quang cháy kém ổn định và lượng bắn toé nhiều. Để điều chỉnh dịch chuyển kim loại lỏng có thể sử dụng dòng điện xung tần số 50 - 100Hz.
9. Từ những phân tích trên hiện nay người ta thường sử dụng dòng một chiều nối nghịch (cực dương ở que hàn, cực âm ở vật hàn) để hàn trong CO₂. Dòng hàn phụ thuộc S, d_h và J mật độ dòng điện hàn . Thường nhận $J = 60 - 150$ A/mm².
10. Chất lượng mối hàn có thể thỏa mãn được ngay cả khi hàn dưới nước.
11. Hàn trong môi trường khí bảo vệ CO₂ cho phép tự động hoá dễ dàng

Tác dụng của CO₂ .

1. Bảo vệ kim loại mối hàn khỏi tác dụng của không khí , ni tơ và oxy xung quanh vùng hồ quang hàn.



Khí CO không hoà tan vào kim loại nóng chảy mà sẽ bay hơi, vì thế dễ dàng sinh ra rỗ khí trong mối hàn.

Các biện pháp chống CO :

1. Cho vào vùng mối hàn các chất khử oxy hoá CO : Si, Mn
Chất lượng bảo vệ phụ thuộc “độ cứng” của dòng khí bảo vệ mà được đặc trưng bởi lượng khí tiêu hao .

Ví dụ : Lượng khí tiêu hao $Q = 900$ lít/giờ sẽ có “độ cứng gấp 1,5 lần so với dòng khí mà có $Q = 600$ lít/giờ. (trang 23-1962).

2. Cho vào vùng hàn hoặc dây hàn các nguyên tố nhóm kim loại kiềm hay kim loại kiềm thổ sẽ có tác dụng làm hồ quang cháy ổn định và tạo nên sự dịch chuyển kim loại lỏng chảy thành dòng và làm giảm sự bắn toé khi hàn.

Nhược điểm khi hàn trong môi trường khí bảo vệ CO₂.

1. Lượng kim loại bắn toé khi hàn trong môi trường khí trơ nhỏ hơn khi hàn trong CO₂ đặc biệt khi hàn với chế độ dịch chuyển kim loại lỏng ở dạng giọt lớn. Để giảm bắn toé có thể sử dụng hàn trong môi trường hỗn hợp các loại khí : 95-99% Ar + 5-1 %O₂; 75%Ar + 20% CO₂ + 5% O₂; 60-80 % CO₂ + 20% O₂. (Trang 9 Máy hàn TĐ+BTĐ)
2. Nhược điểm của khí bảo vệ CO₂ là kim loại mối hàn bị oxy hoá. Cho nên chất lượng mối hàn phụ thuộc lượng nguyên tố chất khử như Mn, Si trong thành phần các nguyên tố của dây hàn. Lượng Mn >= 0,9 % so với 0,35 % Mn khi hàn hồ quang tay; lượng Si >=0,60% so với 0,3 % (trang 24 - 1962).
3. Chịu ảnh hưởng của môi trường xung quanh như gió, bão,....

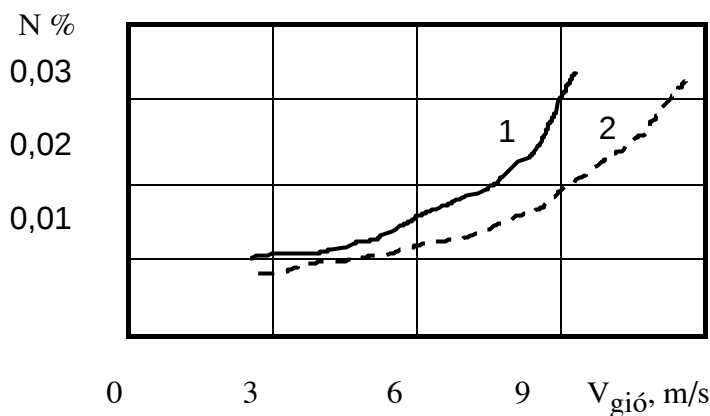
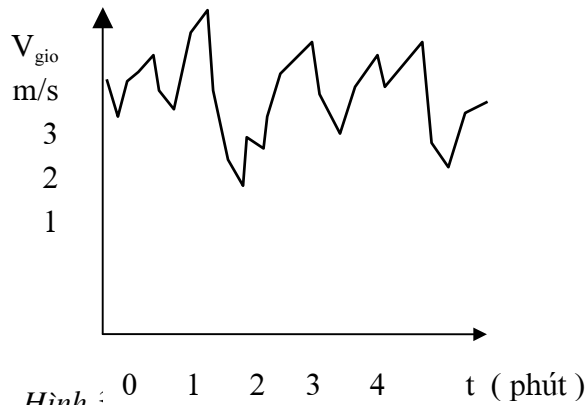
Khi hàn ở vị trí ngoài trời, chất lượng mối hàn bị ảnh hưởng của môi trường xung quanh: gió , mưa, nhiệt độ của môi trường, độ ẩm, thời gian lao động ngoài hiện trường, môi trường ăn mòn,...[6]

Lực tác dụng của gió có ảnh hưởng lớn đến quá trình hàn và được xác định theo công

thức:
$$D = \frac{\rho \cdot V_g^2}{2} \text{ kg/(m.s}^2\text{)}$$

V_g - Vận tốc của gió (m/s). ρ - khối lượng riêng của không khí (kg/m³).

Đặc tính của gió là sự dao động đang xung như hình 3-54

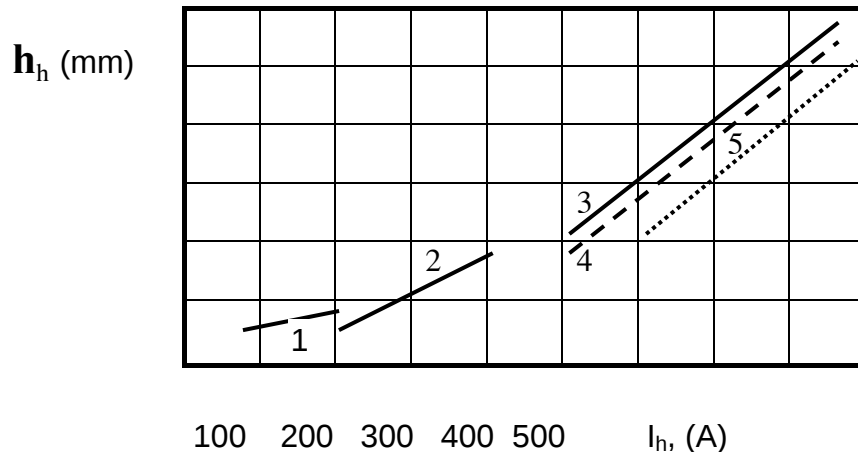


Hình 3-55 ảnh hưởng của gió đến thành phần của Nitơ trong mối hàn
Hàm lượng CO₂ đối với dây hàn: 1 - dây hàn Ch-08I2C; 2 - dây hàn III-I08C [9] ảnh hưởng trong môi trường khí bảo vệ sẽ hạn chế hàm lượng nitơ có trong mối hàn (xem bảng 3-7)

Bảng 3-7 [9]

Phương pháp hàn	d_h (mm)	Lượng nito tính theo khối lượng (%)
hàn Hnf bằng que hàn có thuốc bọc	4,0	0,029
Hàn bán tự động không bảo vệ	1,2	0,140
Hàn bán tự động có bảo vệ	1,2	0,007

Chiều sâu và chiều rộng mối hàn phụ thuộc cường độ dòng điện hàn và có dạng như hình 3-55[9].



Hình 3-55 Sự phụ thuộc chiều sâu mối hàn vào I_h . [9] [11]
(Các chỉ số 1, 2, 3, 4, 5 là đường kính dây hàn)

Sự phụ thuộc chiều rộng của mối hàn trong môi trường CO_2 [4]

Nghiên cứu các ảnh hưởng để ta xác định được chế độ hàn hợp lý. Các đại lượng của chế độ hàn : d_h , I_h , U_h , V_h , h_h ,...

f - Chế độ hàn là nhân tố ảnh hưởng lớn đến các thông số của mối hàn.

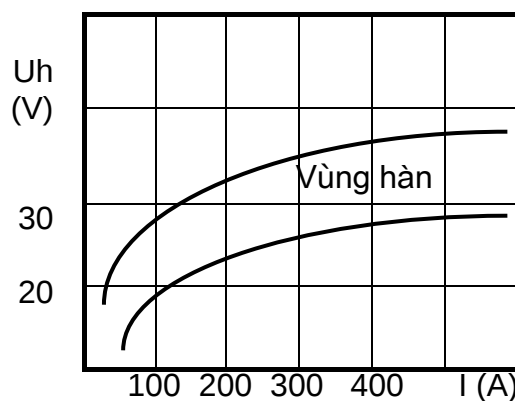
Chế độ hàn tối ưu phải thỏa mãn :

1. Đảm bảo cho hồ quang cháy ổn định.
2. Năng suất cao
3. Đảm bảo mối hàn ngấu tốt;
4. Mối hàn có hình dáng và kích thước đạt yêu cầu
5. ít bắn toé;
6. Chất lượng mối hàn cao .

Có thể xác định chế độ hàn bằng nhiều phương pháp: theo công thức thực nghiệm, đồ thị, ...

Cường độ dòng điện hàn có thể xác định theo đồ thị sau đây :[11] (page 105)

Với $d_h=0,5-3$ mm



Hình 3-56 Vùng chế độ hàn tối ưu[9], [11].

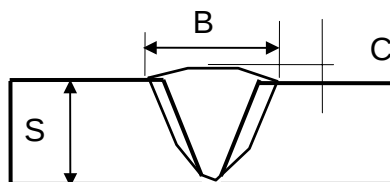
Khi hàn trong CO₂, đường kính có thể chọn trong khoảng (0,5 - 4 mm) ứng với từng loại chiều dày của vật hàn. (Thường là 0,5 - 2 mm)

$d_h = 0,8 - 1$ mm Khi chiều dày $S = 1 - 5$ mm ;

$d_h = < 2$ mm Khi chiều dày $S = 2 - 12$ mm ;

$d_h = 3 - 4$ mm Khi chiều dày $S = 14 - 30$ mm ;

Để chọn chế độ hàn ta sử dụng công thức tính chiều sâu mối hàn và kiểm tra các thông số có thể đạt được sâu khi hàn.



Hình 3-57 Các thông số chính của mối hàn

$$I_h = \frac{H}{K_h} \times 100 \quad [A]$$

H - Chiều sâu mối hàn cần thiết, mm; K_h - Hệ số, mm/(A/100).

Bảng 3-8

d_h	mm	1,2	1,6	2,0	3,0	4,0
K_h		2,1	1,75	1,55	1,45	1,35

Bảng 3-9

Đặc tính		Đường kính dây hàn						
d_h	mm	0,5	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
I_h	A	25-70	50-130	100-180	100-240	150-400	200-500	350-700

$$V_h = \sqrt{\frac{A}{I_h}} \quad [m/h]$$

Bảng 3-10

d_h	mm	1,2	1,6	2,0	3,0	4,0
V_h	m/h	21	17,5	15,5	14,5	13,5

Bảng 3-11 (trang 108-62)

Đặc tính		Đường kính dây hàn						
		0,5	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
F_d mm ²	mm ²	0,2	0,5	0,8	1,1	2,0	3,1	4,9
J min	A/mm ²	150	100	85	80	70	65	60
I_h min	A	30	50	70	90	140	200	300
I_h max	A	60	100	120	150	300	500	700

Lưu ý : I hàn tăng lượng bắn toé sẽ giảm do J tăng là cho dạng dịch chuyển của kim loại lỏng chuyển từ giọt sang chảy theo dòng (trang 108-1962).

Ví dụ Khi $I_h = 200$ A Lượng bắn toé là 10 %

Khi $I_h = 500 \text{ A}$

Lượng bắn toé là 3 %

Bảng 3-12

Đặc tính		Hàn bán tự động			Hàn tự động
S	mm	0,8 - 3	≥ 3	≥ 4	
d_h	mm	0,5-1,2	1,2 - 1,6	1,6 - 2,0	2 - 4
Vị trí mối hàn		Bất kỳ	Trừ hàn trần	Sắp	Sắp

Bảng 3-13

d_h	mm	0,5	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
Phạm vi ứng dụng		Bán tự động					Hàn tự động		
I_h	A	25-70	50-130	70-180	100-180	150-400	200-500	350-600	350-700

Bảng 3-14

d_h	mm	0,5-0,8	1-1,2	1,6-2,0	3	4
$L_{h \max}$	mm	5-15	8-18	15-25	20-30	30-40

Chọn cường độ dòng điện hàn theo công thức kinh nghiệm sau:

$$I = \frac{h_h}{K_h} \cdot 100 \text{ (A)};$$

Chiều sâu mối hàn có thể tính :

$$h_h = 0,0165 \cdot \sqrt{\frac{Q}{V_h \cdot \psi_{ng}}}$$

$$h_h = 0,0165 \sqrt{\frac{0,24 \cdot I_h \cdot U_h \cdot \eta}{\Psi_{ng}}} \text{ (cm)}$$

K_h phụ thuộc d_h ; Ψ_{ng} - Hệ số ngẫu; I_h - cường độ dòng điện hàn (A);
 U_h - Điện áp hàn (V); η - Hệ số hữu ích của nguồn điện.

Q_{dv} - Năng lượng đơn vị ($Q_{dv} = Q/V_h$) [Cal/cm]

V_h - Vận tốc hàn [Cm/s]

η - Hiệu suất nguồn nhiệt

$\eta_{CO_2} = 0,65 - 0,75$

$$\psi_{ng} = K'(19 - 0,01 I_h) \cdot \frac{d_h \cdot U_h}{I_h}; \quad K' - \text{Hệ số thực nghiệm}$$

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

A - hệ số phụ thuộc đường kính que hàn d_h ;

Bảng 3-15

d_h	mm	0,8	1,0	1,2	1,6	2	3
A		$(2-4) \cdot 10^3$	$(4-6) \cdot 10^3$	$(6-8) \cdot 10^3$	$(8-10) \cdot 10^3$	$(10-12) \cdot 10^3$	$(12-16) \cdot 10^3$

Chiều rộng mối hàn $B = \psi_{ng} \cdot h_h ; \quad (\text{cm});$

Chiều cao mối hàn $C = \frac{F_{\hat{a}}}{0,73 \cdot B} = \frac{\alpha_{\hat{a}} \cdot I_h}{3600 \cdot \gamma \cdot V_h} \quad (\text{cm})$

$$\psi_{ng\hat{e}u} = K(19 - 0,01I_h) \cdot \frac{d_h \cdot U_h}{I_h}$$

Trong đó $K = 0,367 \cdot J^{0,1925}$ Nếu $J < 120 \text{ A/mm}^2$.
 $K = 0,92$ Nếu $J \geq 120 \text{ A/mm}^2$.

g - Hàn trong môi trường khí trơ : argon (Ar) và hêli (He)

Hàn bằng dây hàn nóng chảy gọi là hàn **MIG** (Metal Inert Gas)

Hàn bằng điện cực vonfram gọi là hàn **TIG** (Tungsten Inert Gas)

Ứng dụng : Hàn nhôm, đồng , các hợp kim của chúng, thép inox, các loại vật liệu khác mà có ái lực hoá học mạnh với ôxy.

Đặc điểm :

- Nhiệt độ sôi của Ar = (-186 °C) O₂ = (-183°C) N₂ = (-196°C)
Điểm hoá sương của Ar = (-50°C)
- Khí argon ứng dụng để hàn có độ tinh khiết cao

	Ar	N ₂ .
• Mác A	99,99 %	0,01 %
• Mác B	99,96%	0,04
• Mác C	99,90 %	0,10

 - A rgon có chứa độ ẩm làm tăng sự ôxy hoá và sự bắn toé kim loại nóng chảy.
 - Tạp chất ôxy trong Ar làm tăng ôxy hoá, làm mất các nguyên tố hợp kim và tạo nên các ôxyt kim loại và dễ làm cho mối hàn bị ngậm xỉ.
 - Khí Ar nặng hơn không khí nên thuận lợi cho việc bảo vệ mối hàn
 - Hồ quang cháy trong môi trường bảo vệ Ar có tính ổn định cao.
 - Điện áp khi hàn trong He cao hơn trong Ar 1,5 - 2 lần cho nên nhiệt lượng toả ra khi hàn trong He lớn hơn nhiều so với khi hàn trong Ar.
 - Giá thành He cao và khả năng bảo vệ của He kém hơn Ar nên hàn trong Ar được ứng dụng rộng rãi trong thực tế.
- Hàn trong khí trơ có thể dùng dùng que hàn nóng chảy và không nóng chảy. Hàn bằng điện cực W có thể dùng dòng một chiều và xoay chiều
- Khi hàn nhôm thường dùng dòng xoay chiều vì khi vật hàn đổi thành âm cực thì bề mặt nó sẽ bị phá huỷ do hiện tượng phá huỷ katốt
- Bảo vệ mối hàn tốt khỏi bị môi trường xung quanh như không khí, hơi nước, ... tác dụng.
- Chất lượng mối hàn tốt.
- Không sử dụng môi trường Ar và He để hàn thép các bon thấp và thép hợp kim thấp vì dễ bị sinh rỗ khí mà nguyên nhân là do CO + FeO, N₂ và H₂ có trong argon tác dụng với kim loại mối hàn rồi sinh rỗ khí hoặc do dòng khí bảo vệ không bảo đảm nên N₂, hơi ẩm trong khí bảo vệ xâm nhập vào vùng hàn.
- Khi hàn thép hợp kim thấp có thể dùng Cr và một số nguyên tố khác để khử ôxy và giảm khả năng rỗ khí.
- Khi hàn thép các bon bằng dây hàn có thành phần gần như kim loại cơ bản thì rỗ khí tăng khi mật độ dòng hàn (J) tăng.
- Khi dòng hàn đạt giá trị nhất định thì sẽ xảy ra sự chảy dây hàn thành dòng. Giá trị đó gọi là dòng tối hạn (xem hình).trang 20.

11. Sự bắn toé kim loại phụ thuộc vào thành phần các chất khí (xem hình) trang 21.

12. $I_h = (50 - 60) d_h$. (A)

Hàn trong môi trường khí ni tơ N_2 .

Ni tơ là sản phẩm cùng thu được trong quá trình sản xuất ôxy từ không khí.

Độ tinh khiết khí hàn đồng :

Loại 1 : 99,5 % N_2 , tạp chất ôxy $\leq 0,5$ %

Loại 2 : 99 % N_2 , Ôxy ≤ 1 %

Bình chứa N_2 : dung tích 40 lít , áp suất 150 át

Ni tơ không hoà tan trong đồng (Cu), kẽm (Zn), thiếc (Sn), chì (Pb)

Ni ken (Ni) và sắt trong hợp kim đồng hoà tan rất nhiều trong Cu và Al nên Fe và Ni không tương tác với ni tơ trong khí hàn.

Khi hàn thép người ta không sử dụng khí ni tơ tinh khiết vì chất lượng sẽ không đảm bảo. Khi ở nhiệt độ cao ni tơ có ái lực hoá học mạnh với sắt gây nên hiện tượng thấm ni tơ và tạo nên các nitrit Fe_2N và Fe_4N . các nitrit này tồn tại trong mối hàn dạng ngậm xỉ. Tính dẻo giảm mạnh làm cho mối hàn dễ bị dòn nguội

Ni tơ được sử dụng trong hàn đồng và hợp kim của nó.

Khi hàn bằng điện cực W sẽ tạo nên nitrit vonfram làm cho điện cực bị phá huỷ Nên thông thường người ta hàn đồng một chiều nối nghịch với que hàn nóng chảy.

Hàn trong môi trường các hỗn hợp khí :**[11]** (Golovchenko P.24).

Hỗn hợp các chất khí :

Ar + CO_2

Ar + CO_2 + O_2

Ar + O_2

Ar + N_2

Ar + He

CO_2 + O_2 và một số khí khác

Khi hàn thép các bon trong môi trường CO_2 có thể cho thêm 20-27 % O_2 . Hàn bằng que hàn nóng chảy, dòng một chiều nối nghịch.