

HƯỚNG DẪN GIÁM SÁT ĐÓNG MỐI TÀU BIỂN

PHẦN NB 07 HƯỚNG DẪN KIỂM TRA HÀN THÂN TÀU

CHƯƠNG 1 KIỂM TRA HÀN THÂN TÀU THÉP

1.1 Phạm vi áp dụng

Những qui định trong Chương này được áp dụng để kiểm tra và xử lý đối với quá trình gia công hàn các chi tiết/kết cấu thân tàu thép.

1.2 Qui định chung

- 1 Qui trình hàn và sơ đồ hàn tàu phải được Đăng kiểm duyệt trước khi thực hiện hàn. Đối với các tàu được đóng theo cùng một seri như nhau, sơ đồ hàn vẫn phải được trình duyệt cho từng tàu, tuy nhiên có thể chấp nhận duyệt sơ đồ hàn cho các tàu được đóng như nhau theo cùng một sơ đồ, nếu việc bố trí các đường hàn vỏ bao hoàn toàn giống nhau.
- 2 Không được hàn cấy (hàn chốt) ở các thành phần được coi là quan trọng, như tôn boong chịu lực và vỏ bao trong phạm vi 0,5 L giữa tàu.

1.3 Công việc hàn

1.3.1 Các lưu ý khi hàn sống đuôi

Khi hàn sống đuôi làm bằng thép đúc (kể cả tấm thép rất dày) phải chú ý các vấn đề sau :

- 1 Phải dùng que hàn điện hydro thấp.
- 2 Phải tiến hành nung nóng trước đầy đủ. Khi hàn phải tiến hành thận trọng để không có bất cứ sự gián đoạn nào.
- 3 Có thể giảm nhẹ yêu cầu về xử lý nhiệt để giảm ứng suất nếu sự chú ý nêu trên được thực hiện đầy đủ.
- 4 Việc sửa chữa thép đúc bằng hàn phải được tiến hành phù hợp với qui định ở “Hướng dẫn sửa chữa các chi tiết làm bằng thép đúc của tàu”.

1.3.2 Hàn ở phần tôn vỏ nằm phía dưới đường nước

Khi bố trí sửa chữa tàu ở trạng thái nổi có thể thực hiện phương pháp hàn góc để hàn các sườn vào tôn vỏ (trừ thép có độ bền cao) nếu tôn vỏ không dày quá 12,5 mm.

1.3.3 Các lưu ý khi kiểm tra xử lý các mối hàn thép có độ bền cao

Các vết nứt có thể phát sinh ở vùng bị tác động nhiệt của các mối hàn góc giữa các thép có độ bền cao và các mối hàn giáp mối giữa thép mềm và thép có độ bền cao. Vì vậy khi kiểm tra xử lý các mối hàn thép có độ bền cao phải chú ý đến các vấn đề sau đây :

- 1 Khi việc hàn được tiến hành trong mùa đông phải xác nhận được rằng không có các vết nứt tồn tại trên các mối hàn ngang và các mối hàn góc ở phía trên đầu bằng các kiểm tra kỹ lưỡng như kiểm tra thẩm thấu, kiểm tra bằng hạt từ hoặc các kiểu kiểm tra tương tự khác, như đã qui định. Các vết nứt áng chừng sâu 2-3 mm và dài 10 - 20 mm, và có thể là các vết nứt rất nhỏ mà chỉ có thể phát hiện được nhờ xử lý bằng thẩm thấu màu, bằng hạt từ tính hoặc bằng

kiểu kiểm tra tương tự. Tuy nhiên, trong một số trường hợp các vết nứt có độ dài đáng kể phát sinh ở các khoảng cách khoảng chừng 2 mm. Điểm đặc trưng của các vết nứt này là chúng phát sinh trên các mối hàn theo đường ngang trên mặt bằng hoặc khi hàn các tấm tôn dày ở phía trên đầu với nhiệt cấp vào thấp khi dùng que hàn đường kính nhỏ trong các mùa lạnh (**Hình 1.1**).

2 Các vết nứt phải được hàn lại sau khi được khử bằng máy mài hoặc thiết bị thích hợp khác.

1.3.4 Các lưu ý khi kiểm tra xử lý các mối hàn dùng qui trình hàn tự động hiệu suất cao

Đã phát sinh trong một số trường hợp các khuyết tật hàn như các vết nứt tại phần bắt đầu, phần kết thúc và các phần bị gián đoạn của các phương pháp hàn tự động hiệu suất cao như hàn một phía tự động (phương pháp FAB, phương pháp FCB, v.v...), hàn điện trong khí bảo vệ, hàn điện xỉ, v.v... vì vậy sự điều khiển công việc chính xác là cần thiết để đạt hiệu suất hàn cao hơn và đảm bảo chất lượng của mối hàn. Qui trình hàn tự động hiệu suất cao được Đăng kiểm duyệt trong điều kiện sự điều khiển công việc chính xác được thực hiện phù hợp với đặc điểm kỹ thuật của qui trình hàn thích hợp xét đến ở trên (tiêu chuẩn về hàn, phương pháp kiểm tra không phá hủy, phương pháp sửa chữa khuyết tật, v.v...). Vì vậy, phải kiểm tra thường xuyên các vấn đề dưới đây với sự chú ý đến việc điều khiển công việc thế nào là có hiệu lực trong các xưởng đóng tàu mà ở đó đã dùng các phương pháp hàn nói trên.

1 Kiểm tra trong việc hàn điện khí bảo vệ và hàn điện xỉ :

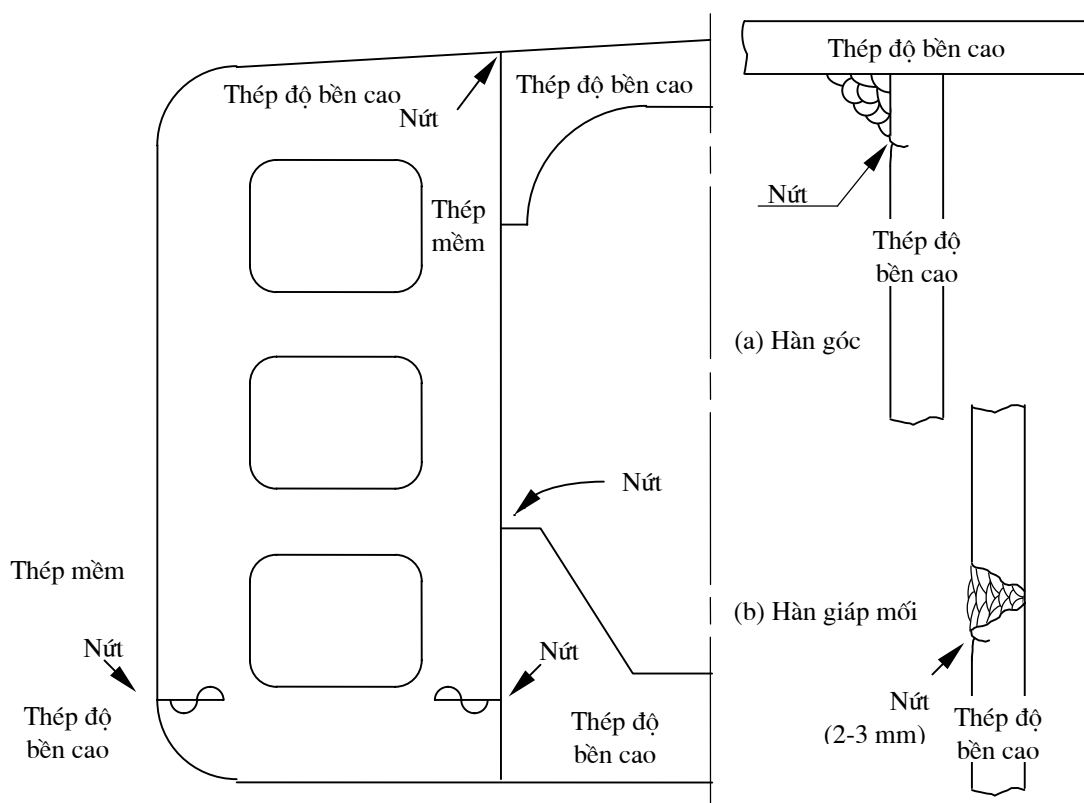
- (1) Kiểm tra về việc có thực hiện triệt để việc sửa chữa các chỗ bắt đầu và kết thúc của mối hàn (bao gồm cả trường hợp khi việc hàn bị gián đoạn) và có kiểm tra không phá hủy các chỗ nói trên không.
- (2) Kiểm tra về vẻ bề ngoài của các đường hàn (nếu thấy đường hàn sai qui cách quá mức thì phải kiểm tra bằng phương pháp kiểm tra không phá hủy).

2 Kiểm tra trong phương pháp hàn một phía tự động :

- (1) Kiểm tra về việc có thực hiện triệt để việc kiểm tra không phá hủy các chỗ bắt đầu và kết thúc (các vết nứt ở chỗ kết thúc) của các mối hàn không.
- (2) Kiểm tra vẻ bề ngoài của các đường hàn ở trên cả hai phía (nếu thấy các đường hàn sai quy cách quá mức thì phải kiểm tra bằng phương pháp kiểm tra không phá hủy).

3 Kiểm tra trong công việc hàn

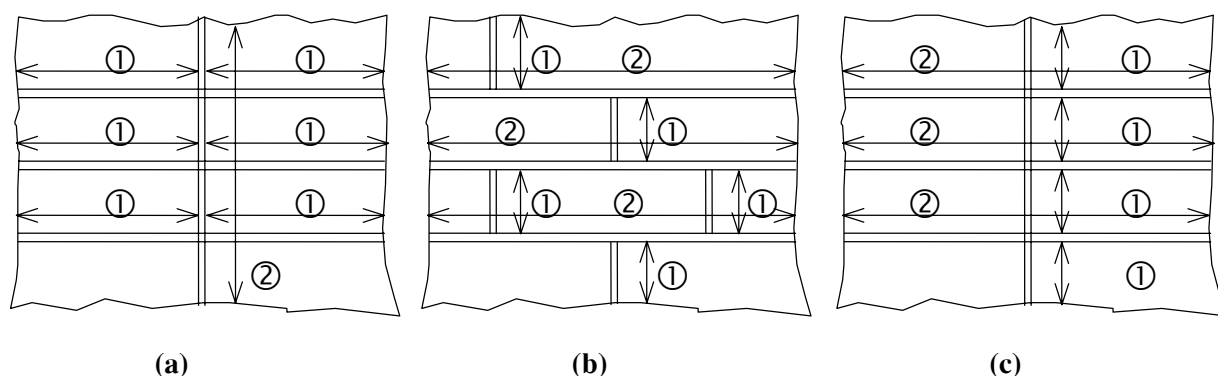
Kiểm tra về việc có tuân thủ triệt để tiêu chuẩn về hàn và điều khiển công việc được ghi rõ trong bản ghi đặc điểm kỹ thuật phương pháp hàn đã được Đăng kiểm duyệt hay không.



Hình 1.1 Vị trí các vết nứt

1.3.5 Trình tự hàn giáp mối các tấm tôn trong các tổng đoạn

Không có sự chênh lệch lớn về sức bền và ứng suất dư của mối nối dù thực hiện hàn giáp mối trước hay hàn lặn trước. Khi lựa chọn trình tự hàn để không phát sinh các khuyết tật trong mối hàn tại phần giao nhau của các mối nối, và hơn nữa để không phát sinh sự biến dạng hàn nói chung, phải ưu tiên cho việc hàn giáp mối hoặc hàn lặn trước như được chỉ ở **Hình 1.2** :

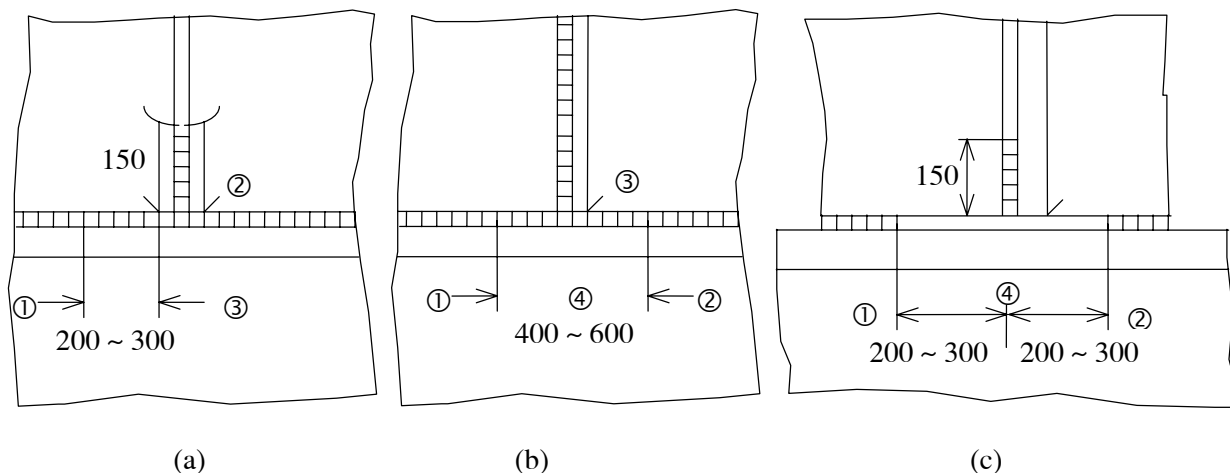


Hình 1.2 Trình tự hàn giáp mối và hàn lặn giữa các tấm tôn trong một tổng đoạn

1.3.6 Trình tự hàn trong các mối nối tổng đoạn

Mặc dù trình tự hàn mối nối một tổng đoạn gồm đầu tiên là thực hiện hàn giáp mối, tiếp theo là hàn lặn, có thể lựa chọn trình tự hàn được chỉ ở **Hình 1.3** (a) hoặc (b) nếu việc hàn tại các phần giao nhau có thể thực hiện được một cách hoàn hảo với mục đích tránh sự biến dạng và

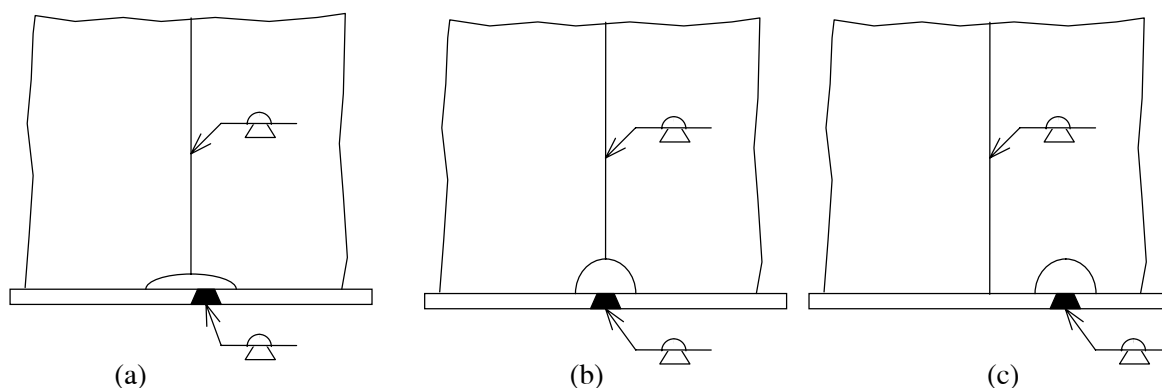
khuyết tật như nút. Trong trường hợp ở hình (b) khoảng cách chờ hàn trong vùng được chỉ bằng ký hiệu ④ phải ít nhất từ 200 đến 300 mm về mỗi phía như được chỉ ở hình (c). Sau khi việc hàn bề mặt dài 150 mm theo ③ đã hoàn thành đến lớp cuối cùng phải tiến hành việc hàn theo ④



Hình 1.3 Trình tự hàn mối nối kiểu chữ T (đơn vị : mm)

1.3.7 Sự tập trung các đường hàn

Nếu ở nơi mà các mối hàn giáp mối hai bộ phận bao gồm mối hàn góc kiểu chữ T kê sát hoặc gối lên thì phải làm một lỗ khoét hình con sò thích hợp, như được chỉ ở **Hình 1.4(a)** và **(b)** để việc hàn mép có thể thực hiện được trọn vẹn. Tuy nhiên, phải lưu ý để loại trừ bất cứ lỗ khoét hình con sò nhỏ nào được làm trong các vùng tập trung ứng suất như góc của các khung ngang trong các kết cấu ở các tàu cỡ lớn. Sau khi hàn xong các mép, các lỗ khoét hình con sò này phải được hàn bít lại để không tạo ra bất kỳ phần bị gián đoạn nào. Trong trường hợp ở **Hình 1.4 (c)** phải thận trọng để bảo đảm rằng các khuyết tật không còn trong các chỗ kết thúc của hàn giáp mối nép. Phải tiến hành hàn góc sau khi hàn giáp mối đã hoàn thành ở cả hai phía.



Hình 1.4 Phương pháp hàn

1.3.8 Dung sai âm đối với việc hàn góc

Trong Quy phạm cung cấp dung sai âm cho việc hàn góc khoảng -10% chiều dài chân mối hàn góc, điều này có nghĩa không cho phép sự thiếu hụt chiều dài chân trên toàn bộ chiều dài của mối hàn góc. Chiều dài chân các mối hàn góc thường phân tán, và sự phân bố chúng

được coi là phân bố bình thường trong đó trị số trung bình vượt quá trị số đã qui định khi chiều dài chân được đo bằng chia tổng chiều dài của mối hàn góc một cách thích hợp và đều nhau. Do đó, phạm vi dung sai âm đối với chiều dài chân mối hàn góc được coi là vào khoảng 15% hoặc nhỏ hơn của chiều dài tổng trong hàn bằng tay có lưu ý đến sự phân bố nói trên.

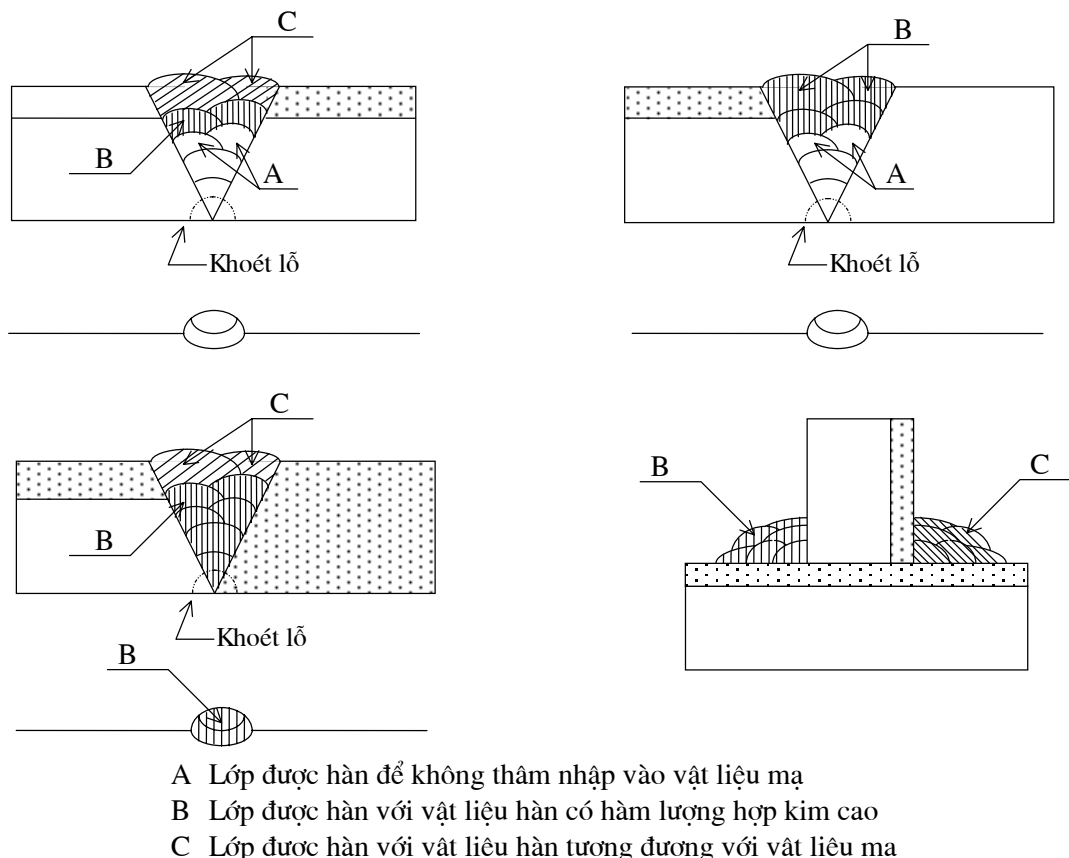
1.3.9 Các lưu ý đối với việc hàn thép được mạ thép không rỉ

1 Các lưu ý về việc hàn :

- (1) Khi hàn thép mạ, thông thường ưu tiên hàn vật liệu cơ sở trước.
- (2) Trong việc hàn ranh giới giữa vật liệu mạ và vật liệu cơ sở, kim loại hàn vật liệu mạ bị làm lỏng do sự thâm nhập kim loại hàn vật liệu cơ sở dẫn đến dễ sinh ra các lớp dòn. Vì thế, vật liệu hàn có hàm lượng hợp kim cao được dùng cho lớp thứ nhất và lớp thứ 2 phủ lên kim loại cơ sở lưu ý đến vấn đề trên. Các ví dụ được cho ở **Bảng 1.1** và **Hình 1.5**.

Bảng 1.1 Vật liệu có thể dùng để hàn ranh giới giữa vật liệu mạ và vật liệu cơ sở

Vật liệu cơ sở	Vật liệu mạ	Vật liệu có thể dùng để hàn ranh giới
Cấp A	KSUS 304	D 309
	KSUS 304 L	D 309 L
	KSUS 316	D 309 Mo
	KSUS 316 L	D 309 MoL



Hình 1.5 Hàn thép được mạ bằng thép không gỉ

1.4 Thử chất lượng qui trình hàn

1.4.1 Phạm vi áp dụng

Phần này áp dụng để duyệt qui trình hàn phù hợp với các yêu cầu của Chương 4, Phần 4 Qui phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép 2003.

Riêng đối với trường hợp công việc hàn được tiến hành trên biển, nếu xét thấy Đăng kiểm không thể tiến hành duyệt qui trình hàn này được thì không phải áp dụng các yêu cầu này. Tuy nhiên, đối với trường hợp này cần phải có xác nhận rằng đó là qui trình thích hợp và đã được xác lập (chính thức hóa).

1.4.2 Thủ tục và hồ sơ trình duyệt

1 Đơn đề nghị duyệt

Người yêu cầu phải làm đơn đề nghị duyệt đính kèm ba bản sao các tài liệu được nêu dưới đây và gửi cho đơn vị Đăng kiểm giám sát.

2 Hồ sơ phải trình

Các hồ sơ tài liệu sau đây phải được đính kèm vào đơn đề nghị duyệt :

- (1) Thuyết minh kỹ thuật qui trình hàn

Nội dung trình bày phải phù hợp với **4.1.3-2**, Phần **5** của Qui phạm.

- (2) Kế hoạch thử chất lượng qui trình hàn
- (3) Các tiêu chuẩn kiểm tra đối với công việc và thao tác hàn :
 - (a) Đối với qui trình hàn thép cán của kết cấu thân tàu : phải trình các tiêu chuẩn kiểm tra đối với công việc và thao tác hàn, trong đó đề cập các hạng mục được nêu ở (b) dưới đây. (Các tiêu chuẩn này có thể được trình bày trong thuyết minh kỹ thuật qui trình hàn được nói ở -a trên)
 - (b) Các hạng mục phải đề cập bao gồm : tiêu chuẩn kiểm tra đối với các hạng mục kiểm tra được nêu ở Bảng **5/2.2.6-1** của Hướng dẫn áp dụng Qui phạm, phương pháp thao tác, phương pháp công nhận, và phương pháp để thực hiện đầy đủ các tiêu chuẩn nói trên trong thực tế công việc.
- (4) Kết quả thử (nội bộ) của nhà máy, tài liệu nghiên cứu và các tài liệu kỹ thuật khác (nếu được áp dụng) đối với qui trình hàn muốn được duyệt.

3 Xét duyệt qui trình

- (1) Thông thường qui trình hàn do đơn vị Đăng kiểm giám sát duyệt nếu qui trình này áp dụng theo Qui phạm (phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép 2003), Hướng dẫn áp dụng Qui phạm và các qui định khác có liên quan.
- (2) Các qui trình không được chuẩn bị theo các qui định thích hợp như nêu ở -1 trên phải thông báo cho Đăng kiểm để xem xét và cho hướng dẫn cụ thể.
- (3) Khi qui trình hàn đã được duyệt, đơn vị Đăng kiểm giám sát phải làm thông báo gửi cho người yêu cầu kèm theo một bộ hồ sơ trình duyệt đã được phê chuẩn.

Một bản sao của thông báo cùng một bộ hồ sơ trình duyệt đã được phê duyệt khác phải được gửi về Cục Đăng kiểm.

- (4) Mẫu thông báo duyệt

Mẫu thông báo duyệt qui trình hàn được giới thiệu ở hướng dẫn có liên quan của Đăng kiểm.

- (5) Thay đổi nội dung duyệt

Khi nội dung của qui trình hàn đã duyệt có thay đổi (bao gồm thuyết minh kỹ thuật qui trình hàn và tiêu chuẩn kiểm tra đối với công việc và thao tác hàn) thì phải tiến hành duyệt và thử lại.

1.4.3 Thử chất lượng qui trình hàn

- 1 Phải tiến hành thử như kế hoạch thử chất lượng qui trình hàn đã được duyệt với sự có mặt của Đăng kiểm viên.
- 2 Phải tham khảo các mục 1.2.4 và 1.2.5 (bộ phận thử và mục đích duyệt) khi áp dụng các điều kiện làm việc tương tự.
- 3 Người yêu cầu phải làm 3 bản sao kết quả thử sau khi hoàn thành thử duyệt và trình cho đơn vị Đăng kiểm giám sát, có chữ ký của Đăng kiểm viên giám sát.

- 4 Thông thường chiều dày của bộ phận thử phải phù hợp với **4.2.3** và **4.3.3**, Phần **6** của Qui phạm, tuy nhiên có thể chấp nhận chiều dày nhỏ hơn (khoảng 20%) nếu khó chuẩn bị được theo các qui định nói trên.
- 5 Phải dùng vật liệu được Đăng kiểm qui định cho bộ phận thử. Tuy nhiên khi khó chuẩn bị bộ phận thử bằng vật liệu đã qui định (như thép không gỉ, hợp kim nhôm, v.v...) thì có thể dùng các vật liệu tương đương với vật liệu đã qui định.

1.4.4 Mục đích duyệt qui trình hàn

Khi cùng điều kiện làm việc (qui trình hàn, que hàn, vị trí hàn, kiểu nối, điều kiện hàn, mục đích áp dụng, v.v...) trừ đối với loại thép (xem **2.5**), thì bộ phận thử, mục đích duyệt, v.v... phải phù hợp với **Bảng 1.2** bổ sung thêm cho yêu cầu ở **4.1.2-3** Phần **6** của Hướng dẫn áp dụng Qui phạm.

Bảng 1.2 Lựa chọn bộ phận thử

Phân loại (1)	Cấp thép
A	A, B, D, E (2) (3)
B	A32, D32, E32 (2) (3)
C	A36, D 36, E 36 (2) (3)
D	L 24A, L 24B (2) (3) (4)
E	L 27, L 33, L 37 (4)
F	L 2N 30
G	L 3N 32
H	L 5N 43
I	L 9N 53
J	L 9N 60

Chú thích :

- (1) Việc thử qui trình hàn phải được tiến hành theo sự phân loại này.
- (2) Cấp thép cao hơn cấp thép định dùng để duyệt phải không được sử dụng làm bộ phận thử (ví dụ, khi đã duyệt đối với A đến D thì không được dùng E làm bộ phận thử).
- (3) Cấp thép thấp hơn cấp thép định dùng để duyệt thì được sử dụng cho bộ phận thử, phải tiến hành thử tác động phù hợp với các yêu cầu (nhiệt độ thử) đối với cấp thép cao nhất muốn được duyệt và tuân theo các yêu cầu này (ví dụ, khi duyệt đối với A đến D, đã đạt được việc dùng A làm bộ phận thử thì phải tiến hành thử tác động ở nhiệt độ thử đã qui định đối với D).
- (4) Trong trường hợp áp dụng Phần 8-D (tàu chở xô khí hóa lỏng) của Qui phạm, phải tiến hành thử chất lượng qui trình hàn mới khi thực hiện thử theo Qui phạm nói trên dù đã duyệt qui trình hàn này cho tàu chở hàng lạnh

1.4.5 Duyệt qui trình hàn thép có độ bền cao dùng cho kết cấu thân tàu được chế tạo bằng phương pháp kiểm soát cơ nhiệt (TMCP)

Việc duyệt qui trình hàn đối với thép có độ bền cao dùng cho kết cấu thân tàu được chế tạo bằng phương pháp kiểm soát cơ nhiệt (TMCP) phải chú ý các vấn đề sau đây :

- (1) Phải tiến hành qui trình hàn này riêng biệt với qui trình hàn thép có độ bền cao dùng cho kết cấu thân tàu được chế tạo bằng phương pháp thông thường như phương pháp cán có điều khiển, phương pháp thường hóa (ví dụ, dù qui trình hàn dùng cho thép thông thường đã được duyệt, vẫn phải duyệt qui trình hàn dùng cho thép TMCP).
- (2) Khi qui trình hàn này được duyệt trong giai đoạn chuyển tiếp từ qui trình hàn dùng cho thép thông thường sang qui trình hàn dùng cho thép TMCP, phải thảo luận đầy đủ trước với Đăng kiểm.
- (3) Cần kiểm nghiệm sức bền chống nứt bằng thử trong và các thử khác khi các nhãn hiệu que hàn điện loại hydro không thấp dùng cho thép có độ bền cao khác nhau về lượng hydro lớn nhất dù chúng cùng loại với que hàn điện đã duyệt trước.

1.5 Vật liệu dùng để hàn

1.5.1 Phạm vi áp dụng

- 1 Mặc dù việc hàn phải tiến hành sử dụng các vật liệu hàn đã được Đăng kiểm duyệt, tuy nhiên đối với các trường hợp sau đây không cần phải áp dụng điều đó (có liên quan với, Phần 6, 1.1.1-4 của Qui phạm).

- (1) Khi vật liệu hàn được dùng cho các mục đích riêng và cho các vị trí có giới hạn và bằng số lượng nhỏ, đã qua thử nghiệm chất lượng qui trình hàn trong xưởng đóng tàu mà chúng đang được sử dụng (Đơn vị Đăng kiểm giám sát phải báo cáo Cục Đăng kiểm để hướng dẫn cách xử lý hoặc áp dụng đối với các trường hợp cá biệt như vậy)
- (2) Khi vật liệu hàn được dùng trong các công việc hàn trên biển do các tình huống bất buộc mà để có được sự chấp thuận của Đăng kiểm là không thực tế. Trong trường hợp này cần phải xác nhận rằng vật liệu hàn được dùng trong công việc hàn có các đặc tính thích hợp và qui trình hàn dùng các vật liệu hàn này đã được xác lập.

- 2 Kiểm tra sơ bộ (kiểm tra việc áp dụng, kế hoạch thử, các tài liệu thích hợp, v.v...) để duyệt vật liệu hàn, trừ đối với các sản phẩm muốn được Đăng kiểm duyệt lần đầu, do đơn vị Đăng kiểm giám sát thực hiện nếu các qui định tương ứng được áp dụng. Các vật liệu hàn không được nêu trong các qui định tương ứng phải thực hiện theo qui định 1.11 Chương 1, Phần 3 của “Hướng dẫn Duyệt và Duyệt Mẫu các Vật liệu và Trang Thiết Bị dùng cho Tàu Thủy”

1.5.2 Các thủ tục được thực hiện trong kiểm tra hàng năm vật liệu dùng để hàn

- 1 Đơn vị Đăng kiểm giám sát phải đóng dấu biểu thị “Đăng kiểm đã xem xét” vào 2 bản sao kết quả kiểm tra hàng năm đã trình và phải gửi lại 1 bản sao cho người đề nghị và giữ lại 1 bản đưa vào hồ sơ riêng của nó.
- 2 Đơn vị Đăng kiểm giám sát phải thông báo cho Cục Đăng kiểm danh sách các vật liệu hàn đã duyệt chỉ khi nó đã được xác nhận vào mỗi lần hoàn thành kiểm tra hàng năm trong thời gian từ 1/1 đến 31/12. Không cần thiết phải gửi các kết quả thử cho Cục Đăng kiểm.

1.5.3 Viết lại và cấp lại Giấy chứng nhận

Việc viết lại và cấp lại Giấy chứng nhận được giải quyết như sau :

- 1 Khi mất Giấy chứng nhận :
Cục Đăng kiểm cấp lại Giấy chứng nhận.
- 2 Khi không có chỗ trống để ghi xác nhận vào Giấy chứng nhận
Biểu để ghi xác nhận được đính kèm vào Giấy chứng nhận và được đóng dấu của cục Đăng kiểm.
- 3 Thay đổi một phần nội dung của Giấy chứng nhận :
Đơn vị Đăng kiểm giám sát gạch bỏ các phần tương ứng bằng 2 đường kẻ, đánh máy nội dung sửa lại vào một chỗ trống bên cạnh, và đánh máy thêm nội dung và ngày sửa lại vào chỗ trống bên dưới. Một bản sao phải được gửi cho Cục Đăng kiểm. Khi có tiến hành thử nghiệm thêm đối với các thay đổi, một bản sao kết quả thử phải được đính vào các giấy tờ nêu trên.

Ghi chú :

để có cơ sở tìm hiểu áau hơn và nắm vững về công nghệ hàn tàu, các ĐKV kiểm tra hiện trường/ các cán bộ kiểm tra chất lượng (KCS) của các Nhà máy đóng tàu có thể tham khảo Phụ lục “Các vấn đề cơ bản về hàn tàu biển” của hướng dẫn này.

CHƯƠNG 2 KIỂM TRA HÀN THÀN TÀU HỢP KIM NHÔM

2.1 Qui định chung

2.1.1 Phạm vi áp dụng

- 1 Chương này chủ yếu áp dụng cho việc đóng mới tàu hợp kim nhôm, tuy nhiên nó cũng có thể được áp dụng cho việc sửa chữa các tàu hợp kim nhôm.
- 2 Cũng như đối với các tàu vỏ thép, qui trình hàn và sơ đồ hàn cho từng tàu phải được đăng kiểm duyệt y trước khi tiến hành công việc hàn.

2.1.2 Ký hiệu Hợp kim nhôm

Hợp kim nhôm đã trở thành kim loại phổ biến thứ hai trong ngành công nghiệp đóng tàu bởi nó có trọng lượng nhẹ, có độ bền và độ dẻo tốt, đồng thời tính chịu ăn mòn trong môi trường nước biển.

Hợp kim nhôm được sử dụng chủ yếu trong công nghiệp đóng tàu biển là loại hợp kim nhôm-magiê (AlMg) và loại hợp kim nhôm-magiê-silic (AlMgSi) và theo hiệp hội hợp kim nhôm nó được phân thành loại AA-5000 và AA-6000.

Hợp kim nhôm-magiê (AA-5000) là loại không được xử lý nhiệt. Cơ tính của loại Hợp kim nhôm này có thể được cải thiện bởi quá trình cán và kéo, cơ tính của Hợp kim nhôm sẽ giảm khi nhiệt độ tăng, ví dụ như trong quá trình hàn, và có thể không phục hồi được ngoại trừ bổ sung thêm nguyên công gia công nguội.

Hợp kim nhôm-magiê-silic và hợp kim nhôm-kẽm-magiê (AA-6000 và AA-7000) có đặc tính quan trọng để xử lý nhiệt nhằm cải thiện cơ tính của chúng. Những hợp kim này cũng có thể làm biến cứng và gia công nguội để đạt được cơ tính cao hơn và cũng có thể được nhiệt luyện một cách riêng rẽ.

Trong quá trình hàn, nhiệt do hồ quang sinh ra làm giảm độ bền của kim loại cơ bản và vùng ảnh hưởng nhiệt. Đối với Hợp kim nhôm seri 6000 và 7000 thì sự giảm độ bền của kim loại cơ bản và vùng ảnh hưởng nhiệt được mô tả bởi một hệ số. Đối với Hợp kim nhôm seri 5000 cơ tính của vùng ảnh hưởng nhiệt tương đương với cơ tính tại điều kiện - O. hợp kim nhôm-kẽm-magiê (AA-7000) chỉ được sử dụng khi được sự phê duyệt riêng của VR (cơ tính của hợp kim nhôm tham khảo ở **Bảng 2.1-1** dưới đây).

2.1.3 So sánh cấp của Hợp kim nhôm

Ký hiệu các loại hợp kim nhôm của mỗi quốc gia là khác nhau. **Bảng 2.1-2** dưới đây đưa ra cơ sở cho việc so sánh ký hiệu của các Hợp kim nhôm dựa trên tiêu chuẩn quốc gia của mỗi quốc gia.

Bảng 2.1-3 đưa ra ký hiệu dây hàn tương đương. Sự lựa chọn vật liệu hàn phù hợp được đưa ra trong Chương 2 của hướng dẫn này.

2.1.4 Bảo quản hợp kim nhôm

Hợp kim nhôm phải được bảo quản ở những khu vực sạch và khô có các khoảng không đi lại và được thông gió tốt. Hợp kim nhôm phải được bảo quản sao cho không bị nhiễm bẩn dầu, mỡ, khối sinh ra do mỡ và hạt kim loại (chèn sắt) trên bề mặt. Nước phải không được đọng giữa các tấm do nó thường hình thành một lớp màng dày oxit hydrat trên bề mặt mà hiện tượng này được biết đến như sự nhuộm màu.

Vật liệu hàn phải được bảo quản trong hộp kín và để trong nhiệt độ phòng. Màng oxit có thể được hình thành trên bề mặt dây hàn nếu dây hàn bị ẩm và điều này gây nên rối trong kim loại mối hàn.

- Tất cả các vật liệu phải được bảo quản trong môi trường khô và sạch.
- Quá trình gia công Hợp kim nhôm phải hoàn toàn tách biệt với việc gia công các kim loại khác.

- Dây hàn phải được sử dụng trong vòng 24 giờ hoặc phải được bảo quản tốt sau khi lấy ra khỏi hộp bảo quản.

Bảng 2.1-1 Tính chất cơ học của một số Hợp kim nhôm

Ký hiệu của DNV	Điều kiện ram	Giới hạn bền kéo (Mpa)	Giới hạn chảy (Mpa)	Độ giãn dài (%) ($L = 5,65 \sqrt{A}$)
NV-5052	O-H111	170	65	16
	H32	210	160	10
	H34	235	180	9
NV-5154A	O-H111	215	85	16
NV-5754	O-H111	190	80	17
	H24	240	165	10
NV-5154	O-H111	215	85	16
	H32	250	180	10
	H34	270	200	9
NV-5086	O-H111	240	95	14
	H116	275	195	9
	H32	275	195	10
	H34	300	235	9
NV-083	O-H111 $t < 6 \text{ mm}$	275	125	15
	O-H111 $t > 6 \text{ mm}$	270	115	14
	H116	305	215	10
	H321	305	215	10
NV-5383	O-H111	290	145	17
	H116-H321	305	220	10
NV-6060	T5 hoặc T6	190	150	12
NV-6061	T4	180	110	14
	T5 hoặc T6	260	240	8
NV-6063	T5	150	110	7
	T6	205	170	9
NV-6005A	T5 hoặc T6	260	215	8
NV-6082	T4	205	110	14
	T5 hoặc T6	310	260	10

2.1.5 Cắt

Hợp kim nhôm có thể cắt bằng phương pháp gia công cơ khí, dùng máy cắt hoặc bằng hồ quang plasma. Hợp kim nhôm có chứa hàm lượng magiê nhiều hơn 3,5% không nên dùng phương pháp cơ khí để cắt do vật liệu có thể trở nên dễ nứt do ứng suất. Không được phép sử dụng phương pháp cắt bằng ngọn lửa khí gas.

Cạnh mối hàn do cắt bằng máy hoặc bằng hồ quang plasma phải được mài nhẵn trước khi hàn. Nghiêm cấm sử dụng các dụng cụ cắt bị bẩn do các kim loại khác đặc biệt là đồng thiếc hoặc đồng thau.

Bảng 2.1-2 Bảng ký hiệu tương đương Hợp kim nhôm

Ký hiệu cũ của DNV	Ký hiệu của DNV	Đức DIN	Anh BS	Nhật JIS	Úc AS	Quốc tế ISO
NV AlMg3	NV-5754	AlMg3				AlMg3
NV AlMg3.5						
NV AlMg4	NV-5086	AlMg4Mn		A5086	5086	AlMg4
NV AlMgMn		AlMg2Mn0.8				
NV AlMg3Mn	(NV-5454)	(AlMg2.7Mn)	(5454)	(A5454)	(5454)	(AlMg3Mn)
NV AlMg4.5Mn	NV-5083	AlMg4.5Mn	5083	A5083	5083	AlMg4.5Mn0.7
NV AlMgSi	NV-6082	(AlMgSi)	(6082)			(AlSiMgMn)
	NV-6061	AlMgSiCu	6061	A6061	6061	AlMgSiCu
	NV-6005A	AlMgSi0,7				AlSi0,7Mg
	6351	AlMgSi			6351	AlSiMg0.5Mn

Bảng 2.1-3 Bảng ký hiệu tương đương vật liệu hàn sử dụng cho hàn Hợp kim nhôm

Ký hiệu cũ của DNV	Ký hiệu của DNV +AA	Đức DIN	Anh BS	Nhật JIS	Úc AS	Quốc tế ISO
AlMg5	5356	S-AlMg	5356	-	5356	AlMg5Cr
AlMg5Mn	5556	-	5556A	A5556BY/WY	-	-
AlMg4,5Mn	5183	S-AlMg4,5Mn	5183	A5183BY/WY	-	AlMg4,5Mn

2.2 Hàn hợp kim nhôm

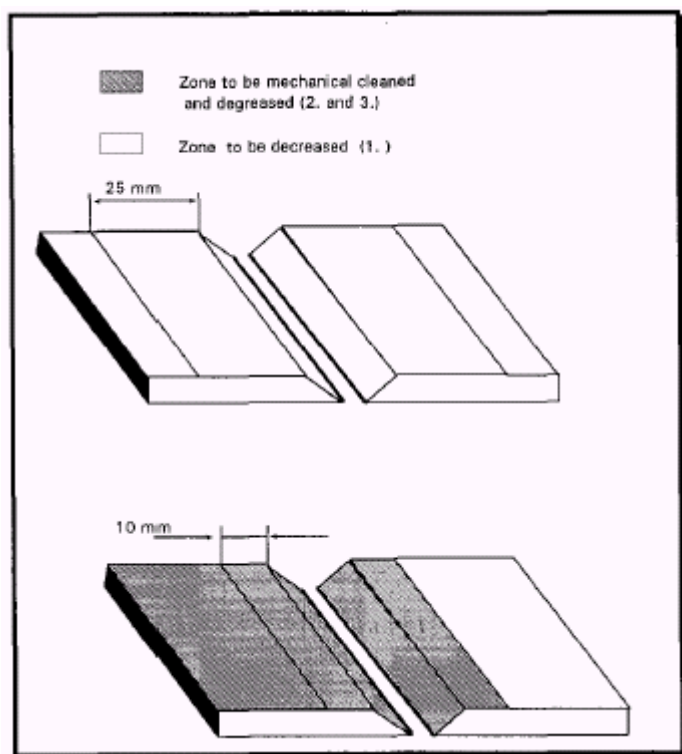
2.2.1 Làm sạch trước khi hàn

- 1 Làm sạch trước khi hàn là một nhân tố quan trọng khi hàn hợp kim nhôm. Một quy trình làm sạch phù hợp phải được thực hiện và phải được gắn liền với quá trình gia công. Đối với hợp kim nhôm bị lớp oxít mỏng phủ trên bề mặt thì lớp oxít phải bị loại bỏ bằng cách sử dụng máy mài lắp bàn chải bằng thép không gỉ hoặc dùng giấy nháp, sau đó dùng đá mài loại chứa các hạt oxít hợp kim nhôm dạng thô đánh sơ qua bề mặt ngay trước khi hàn (xem **Hình 2-1**).
- 2 Nếu hợp kim nhôm bị lớp oxít khá dày phủ trên bề mặt, thì có thể được áp dụng quy trình làm sạch sau:
 - (1) Khử dầu mỡ bằng một dung môi như axêton hoặc xăng bao gồm cả vùng cách cạnh mỗi hàn một khoảng 20-30 mm (dung môi có thể làm sạch bằng nước sau đó sấy khô).
 - (2) Làm sạch bằng phương pháp cơ khí: tại vị trí hàn và vùng cách mỗi hàn 10-12mm phải được làm sạch bằng phương pháp mài sử dụng loại đá mài oxít hợp kim nhôm.
 - (3) Khử dầu mỡ: vùng được làm sạch bằng phương pháp cơ khí trước đó phải được khử dầu mỡ ngay trước khi hàn.

Lưu ý: Không được để mối hàn đã được mài và làm sạch quá 5 giờ mà không hàn. Đối với mối hàn một phía, rãnh của mặt sau mối hàn phải được mài và làm sạch trước khi hàn để đảm bảo mối hàn được nguội hoàn toàn.

2.2.2 Quá trình hàn và vật liệu hàn

Các quá trình hàn phổ biến nhất được sử dụng để hàn hợp kim nhôm là hàn trong môi trường khí trơ như hàn sử dụng điện cực không nóng chảy Vônfram trong môi trường khí trơ (TIG), hàn hồ quang kim loại trong môi trường khí bảo vệ (GMAW hoặc MIG) và hàn hồ quang plasma (PAW).



Hình 2-1 : Vùng làm sạch

2.2.3 Hàn gián đoạn

Khi thực hiện hàn các mối hàn gián đoạn hoặc khi hàn đỉnh phải đặc biệt chú ý các vị trí bắt đầu hàn và vị trí dừng, do các vị trí này dễ gây ra nứt hoặc rỗ khí. Để tránh các loại khuyết tật này thợ hàn phải được đào tạo kỹ thuật để hàn tại các vị trí vị trí bắt đầu hàn và vị trí dừng. Trong quá trình hàn TIG sử dụng kỹ thuật đặc tính dốc-tăng dần và dốc-giảm dần, kỹ thuật này có nghĩa là các thông số hàn được điều chỉnh một cách riêng rẽ phụ thuộc vào quá trình bắt đầu hoặc ngừng hàn. Khi hàn GMAW có thể đạt được hiệu quả tương tự bằng cách điều chỉnh súng hàn.

Những giới hạn sau được áp dụng cho việc hàn gián đoạn:

- Kích thước lý thuyết của mối hàn góc phải được tạo ra sau một thao tác hàn.
- Nói chung, kích thước lý thuyết của mối hàn góc có thể được tính dựa vào công thức sau:

$$t_{min} = \frac{0,42 f l t_o}{f_w} \frac{d}{l}$$

d: khoảng cách giữa các mối hàn

l: chiều dài mối hàn góc (Hình 2.2-1)

t_o: chiều dày tấm kê

f_l=f_w: Vật liệu bản thành trong mối hàn sẽ quyết định độ bền của liên kết.

Hình 2.2-1 đưa ra ví dụ việc giảm chiều dài đường hàn so với hàn liên tục hai phía.

Kích thước lý thuyết mối hàn góc của mối hàn gián đoạn sẽ không vượt quá các giá trị sau:

- Cho mối hàn gián đoạn hai phía $t_{max} = 0,6 t_o$
- Cho mối hàn gián đoạn so le $t_{max} = t_o$
- Chiều dài tối thiểu của mỗi đường hàn là 75mm
- Khoảng cách lớn nhất giữa các mối hàn kề nhau là 150mm

12.2.4 Tấm nối tại vị trí đầu và cuối đường hàn

Tấm nối tại vị trí đầu và cuối đường hàn phải được làm từ vật liệu tương đương với vật liệu cơ bản. Tấm nối tại vị trí đầu và cuối phải được vát mép như tấm được hàn.

Hình 2.2-2 mô tả tấm nối tại vị trí đầu và cuối được sử dụng để ngăn ngừa các khuyết tật tại vị trí đường hàn giao nhau.

2.2.5 Bảo vệ mối hàn do ảnh hưởng của điều kiện thời tiết

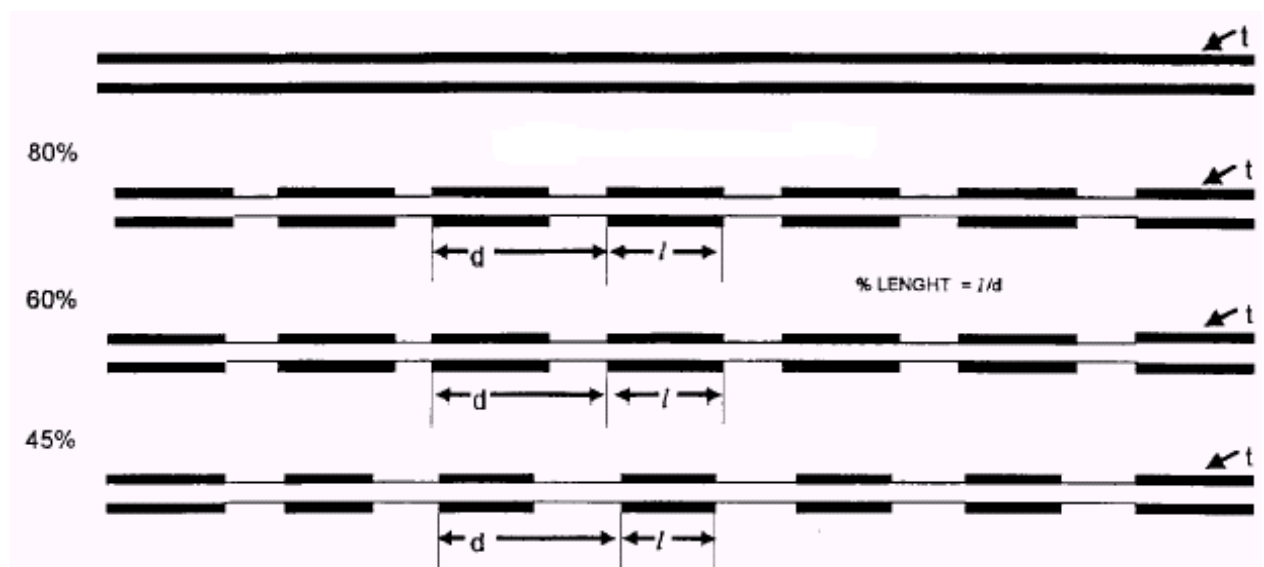
Trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt, đặc biệt trong điều kiện gió lớn, thợ hàn và vật hàn phải được bảo vệ và che chắn tốt. Gió có thể thổi tạt làm phá vỡ khí bảo vệ xung quanh mối hàn gây ra mối hàn bị rỗ hoặc bị oxy hoá. Hàn dưới điều kiện ẩm ướt cao phải đặc biệt lưu ý để tránh sự ngưng hơi vào khí trơ và có thể qua mỏ hàn gây ra rỗ khí mối hàn. Khi nhiệt độ môi trường thấp hợp kim nhôm phải được gia nhiệt để tránh bị ngưng hơi.

2.2.6 Tấm lót

Hạn chế sử dụng tấm lót cố định trừ khi đã nêu trong bản vẽ được duyệt.

Tấm lót tạm thời bằng vật liệu thép không gỉ được sử dụng phổ biến. Tuy nhiên vật liệu tấm lót bằng hợp kim nhôm, đồng, gốm hoặc thép không chứa hợp kim có thể được phép sử dụng nhưng phải lưu ý đến hiện tượng đồng hoặc sắt xâm nhập vào kim loại mối hàn.

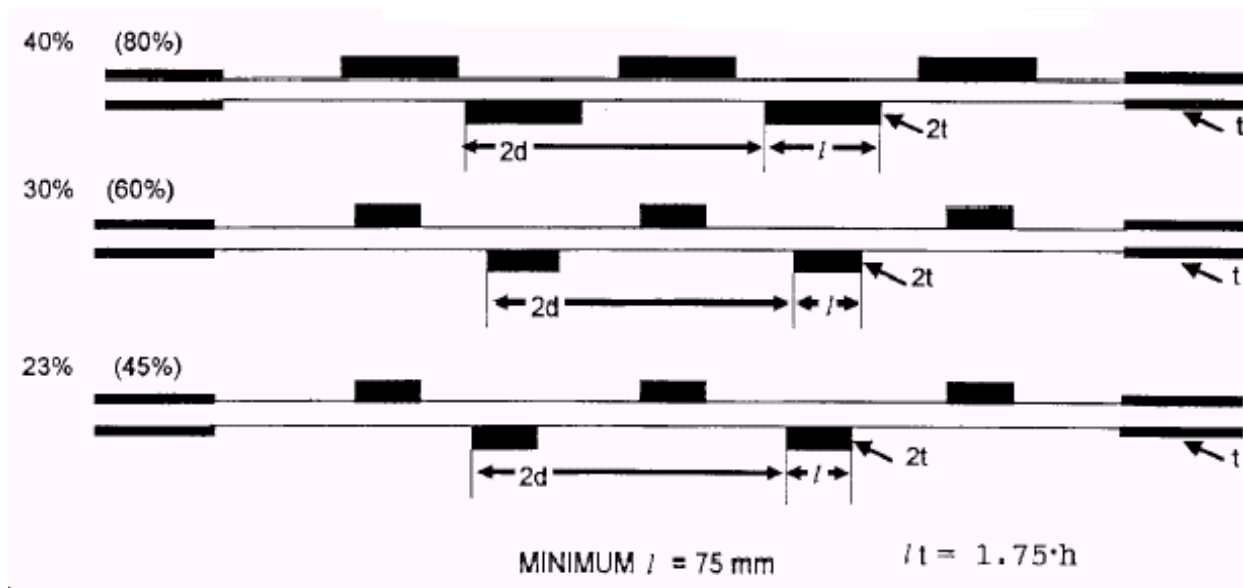
Các mã gá không được tháo bỏ bằng cách dùng búa, chúng phải được tháo bỏ bằng cách mài hoặc đục để tránh tạo thành vết khía trên bề mặt.



Mối hàn gián đoạn so le



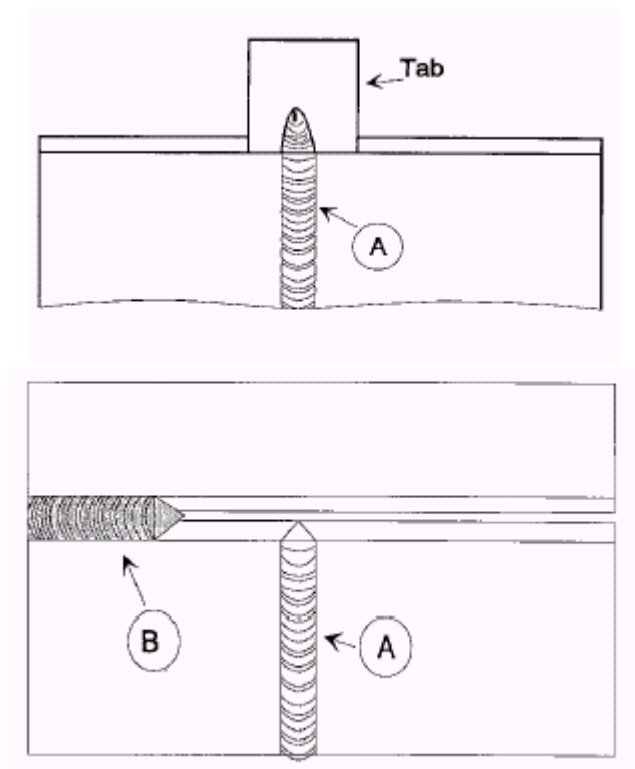
Mối hàn so le có chiều dày gấp đôi



Hình 2-2 Kích thước chính mối hàn góc

Ghi chú :

- Nói chung đối với các mối hàn góc hợp kim nhôm chủ yếu, lấy hệ số hàn $C = 0,42$
- Chiều dày ngỗng $t = Ct_0$, dựa vào các mối hàn liên tục hai phía.

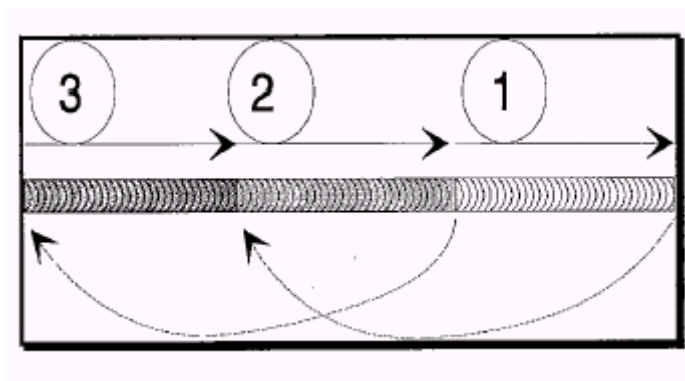


Hình 2-3 Thứ tự hàn mối hàn thép chữ T

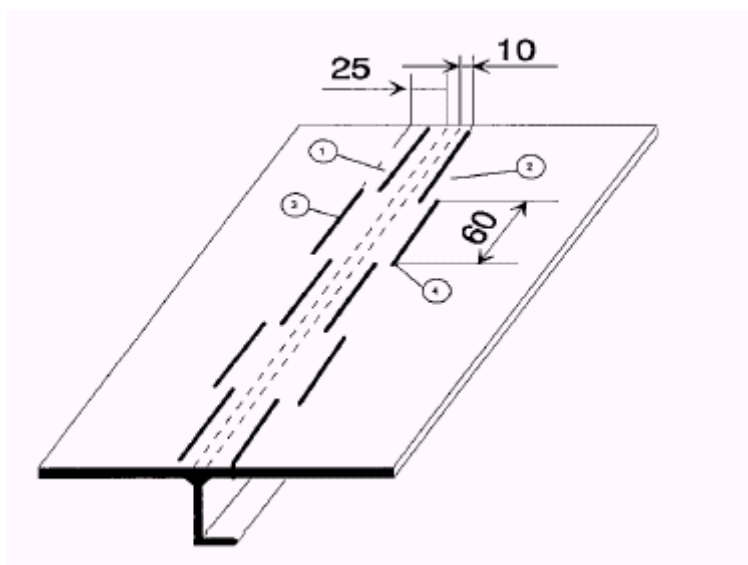
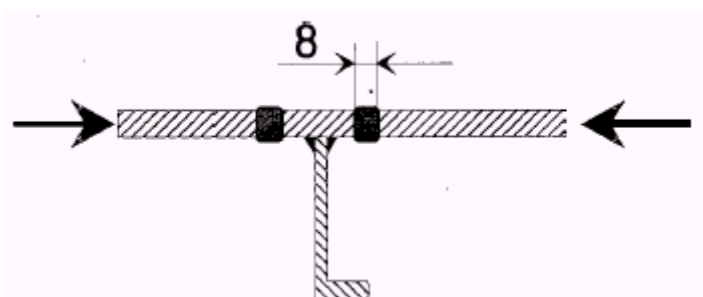
2.3 Biến dạng hàn

2.3.1 Hướng dẫn chung

- 1 Hàn hợp kim nhôm phải được thực hiện “nóng và nhanh”.
- 2 Hàn xuất phát từ tâm đường hàn và hàn theo phương pháp “thứ tự ngược” (xem **Hình 2.3-1**), lưu ý phải mài tại các vị trí bắt đầu hàn và vị trí kết thúc hàn.



Hình 12.3-1 Thứ tự hàn để biến dạng ít nhất



Hình 2.3-1 Thứ tự hàn để biến dạng ít nhất

2.3.2 Sửa chữa biến dạng

- 1 Nếu cần thiết, có thể sửa chữa các biến dạng bằng áp suất thủy lực hoặc cơ khí, hoặc khử ứng suất qua xử lý nhiệt. Việc bổ sung bằng vật liệu hàn bên ngoài hoặc xử lý nhiệt bằng hàn TIG là không được phép, vì làm như vậy có thể làm giảm tính chịu mỏi.
- 2 Do tính dẫn suất của hợp kim nhôm cao, cần phải dùng một nguồn nhiệt mạnh, tập trung (thiết bị gia nhiệt cảm ứng) để tạo sự khác biệt về ứng suất. Điều đó đòi hỏi phải có kinh nghiệm và kỹ thuật cao. Không được phép dội thẳng ngọn lửa vào.
- 3 Cần lưu ý khi dùng thiết bị gia nhiệt cảm ứng tấm được gia nhiệt sẽ bị co lại. Vùng gia nhiệt sẽ có độ bền giống như vật liệu cơ bản trong trạng thái mềm, vùng gia nhiệt sẽ tiếp giáp với các vùng đã bị ảnh hưởng do hàn, ví dụ mặt đối diện của mối hàn nẹp. Vì vậy phải luôn giữ sao cho biến dạng ít nhất gia nhiệt càng gần các nẹp càng tốt.

2.3.3 Sửa mối hàn

- 1 Nói chung, khi sửa các mối hàn hợp kim nhôm, có thể sử dụng vật liệu hàn và qui trình hàn như đã được dùng trong mối hàn nguyên bản. Hợp kim được sửa sẽ luôn luôn đồng nhất.
- 2 Có thể cho phép sửa chữa các vết nứt nhỏ trên đường hàn, trước khi sửa phải làm khô và sạch vùng được sửa đến mức tối đa có thể, phay rãnh hết vùng bị nứt và phải bắt đầu hàn từ mỗi đầu của vết nứt và kết thúc ở giữa vết. Mối hàn thứ hai phải đồng nhất hoàn toàn với mối hàn thứ nhất và phải điền đầy.

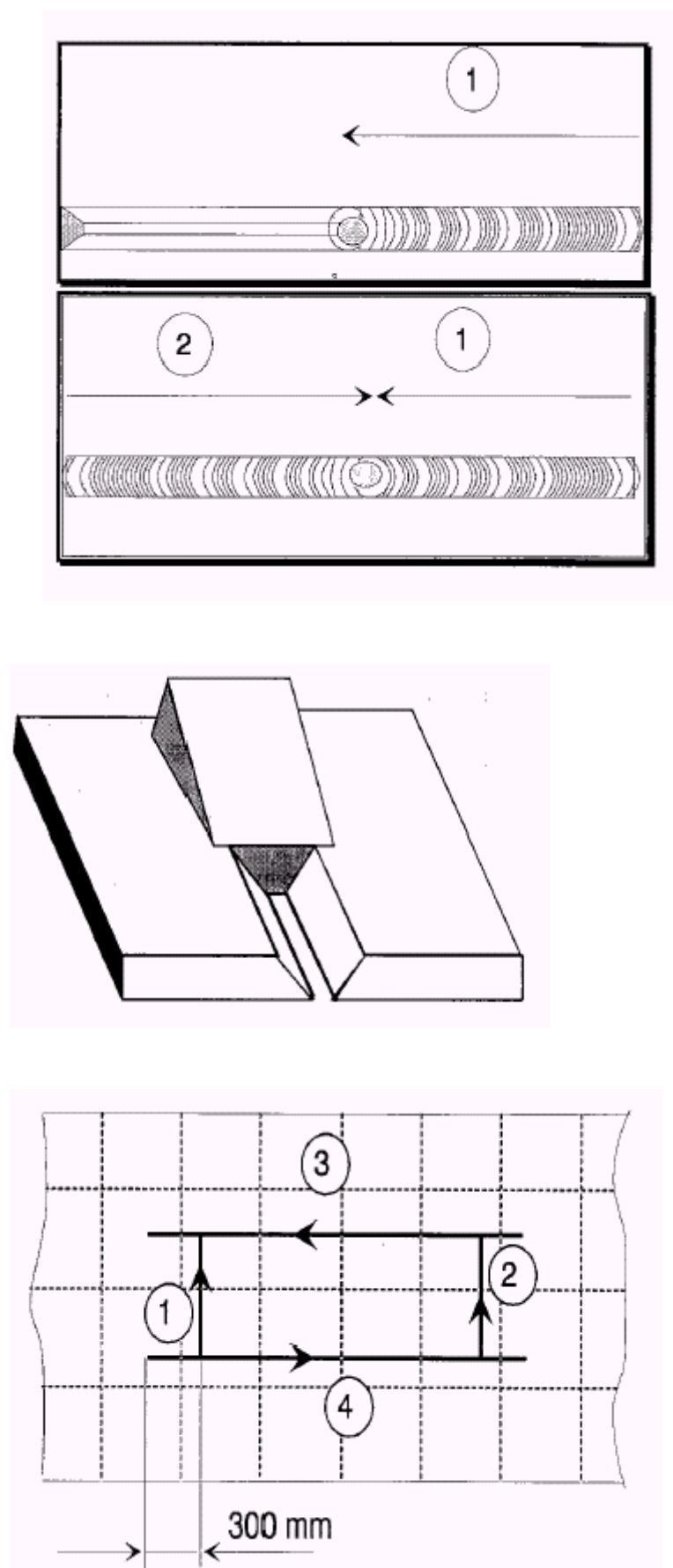
2.3.4 Sửa các kết cấu thân tàu

- 1 Thông thường việc sửa chữa phải đảm bảo độ bền tương đương với kết cấu nguyên bản. Cần chú ý đặc biệt đến việc làm giảm bền trong vùng hàn.
- 2 Khi xem xét các vết cắt đối với vật liệu bị cắt ra và thay mới ngoài vùng mối hàn nguyên bản, phải chú ý những vấn đề sau đây:

- (1) Tránh các mép hàn và tấm trong vùng có ứng suất uốn cao;
- (2) Không được hàn vào hay gần với mép các nẹp nhô ra, trừ các nẹp nguyên bản.

Để sửa các tấm lớn hoặc lồng vào các tấm vỏ tàu, có thể áp dụng qui trình sau:

- (1) Tháo bỏ các phần bị hư hỏng hoặc cắt ra từng phần;
- (2) Tất cả các kim loại hàn cũ (trong vùng hàn mới) phải được tháo bỏ, vì khi hàn lên kim loại hàn cũ có thể gây nên rỗ mối hàn mới;
- (3) Lắp tấm mới hoặc phần mới;
- (4) Chuẩn bị mép hàn chính xác;
- (5) Mài nhẵn, chải và làm sạch các dung môi trên bề mặt liên kết hàn;
- (6) Kẹp chặt và hàn dính các tấm hoặc các phần tại chỗ;
- (7) Khi hàn các nẹp và mặt đầu tiên, không nằm trong vùng mối hàn giáp mép tấm, cần lưu ý:
 - (a) Tránh sự cắt ngang mối hàn ở góc bằng cách kéo dài một trong các mối hàn quá vùng giao cắt;
 - (b) Kích thước gài không được nhỏ quá 300 x 300 mm (xem **Hình 2.3-2**).



Hình 2.3-2 Thứ tự hàn và hướng hàn đối với viên tấm.

Chú ý: đường hàn nằm ngang được kéo dài quá giao điểm với đường hàn thẳng đứng.

2.4 Tiêu chuẩn công nhận

2.4.1 Qui định chung

- 1 Đăng kiểm phải kiểm tra và duyệt tiêu chuẩn tay nghề của nhà máy, nói chung yêu cầu này đã qui định ở Qui phạm. Tiêu chuẩn công nhận trong hướng dẫn này có quan tâm bổ sung các qui định của Qui phạm và tham khảo dung sai nghề nghiệp được chấp nhận, tiêu chuẩn công nhận đưa ra dưới đây đối với các lỗi hàn cũng dựa theo tiêu chuẩn ISO 10 042.
- 2 Đối với các tàu có chiều dài $L < 35$ m, tiêu chuẩn công nhận như cho cơ cấu phụ có thể được áp dụng cho tất cả các thành phần cơ cấu.
- 3 Đặc biệt chú ý khi kiểm tra các mối liên kết hàn quan trọng của kết cấu thân tàu. Có thể dùng các định nghĩa sau đây trong việc xác định phạm vi kiểm tra và xác định tiêu chuẩn công nhận đối với liên kết hàn:

(1) Vùng đặc biệt

Đó là các vùng nằm trong đường giới hạn các điểm truyền tải trọng và tập trung ứng suất lớn ở các thành phần chính, cụ thể là:

- (a) Các vùng ở boong tính toán tại các góc miệng khoang hoặc các lỗ khoét lớn khác trong phạm vi 0,4 L giữa tàu, đối với các tàu có $L > 50$ m;
- (b) Ứng suất tập trung ở vùng của các cơ cấu đỡ đối với các cửa mạn, sống mũi và sống đuôi;
- (c) Ứng suất tập trung ở bánh lái hoặc giao điểm giữa kết cấu bánh lái với thân tàu;
- (d) Water Jet và liên kết giữa Water Jet với thân tàu;
- (e) Đối với tàu hai thân, ứng suất tập trung ở đường liên kết giữa thân tàu và boong ướ;
- (f) Ứng suất tập trung ở đường không liên tục của boong tính toán và vỏ bao.

(2) Các thành phần chính

Các thành phần cơ cấu liên tục chịu uốn chung và ứng suất tiếp hoặc các thành phần cần thiết để đảm bảo tính kín nước toàn vẹn của tàu, như là:

- (a) Boong tính toán, thành dọc miệng khoang hàng liên tục ở trên boong tính toán;
- (b) Trong và ngoài buồng máy, vỏ bao ;
- (c) Vách ngang kín nước;
- (d) Các sống dọc và cơ cấu dọc đáy và boong tính toán, bao gồm cả tấm mép mạn, tấm hông trong phạm vi 0,4 L giữa tàu, đối với tàu có $L > 50$ m;
- (e) Các nút và các mã của hệ thống sống chính;
- (f) Các bộ máy;
- (g) Các bộ và kết cấu đỡ các máy móc và thiết bị nặng trên tàu.

(3) Các thành phần phụ

Đó là các thành phần cơ cấu chỉ chịu các tải trọng và các lực cục bộ mà nếu thiếu chúng thì cũng không gây nên bất kỳ ảnh hưởng gì đến tính an toàn và nguyên vẹn của tàu.

2.4.2 Các tiêu chuẩn công nhận đối với các khuyết tật hàn

- 1 Trong mục này sử dụng các định nghĩa về loại mối hàn như sau:

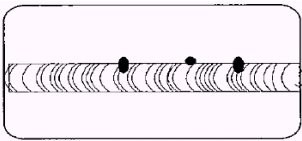
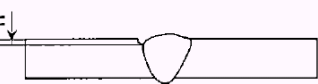
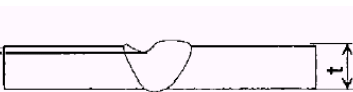
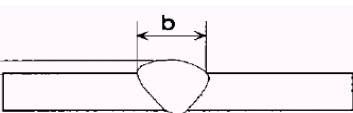
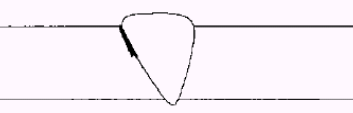
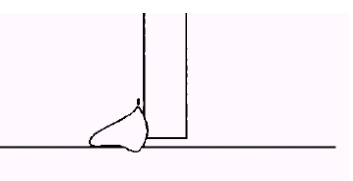
- (1) Mối hàn đặc biệt - mối hàn của các thành phần chính nằm trong vùng đặc biệt;

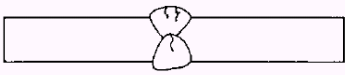
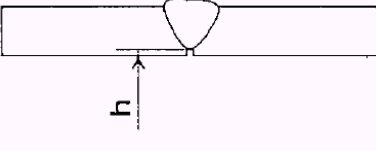
- (2) Mối hàn chính - các mối hàn giáp mép và các mối hàn thép chữ T ngẫu suốt hoặc các mối hàn chữ thập ngang qua hướng ứng suất chính của các thành phần chính nói chung và mối hàn đáy ngẫu suốt, mối hàn góc ở các liên kết nút của các thành phần chính;
- (3) Mối hàn phụ - các mối hàn giáp mép trong các thành phần phụ, mối hàn góc ở các thành phần chính và phụ nói chung và các liên kết nút của các thành phần phụ.

2 Bảng 2.4-1 mô tả các tiêu chuẩn khuyết tật được chấp nhận khi kiểm tra bằng mắt thường, tiêu chuẩn này nằm trong giới hạn cho phép phụ thuộc vào kích thước thực tế, ngoài ra, nếu thấy cần thiết ĐKV có thể yêu cầu kiểm tra không phá hủy bổ sung. Sự phát hiện khuyết tật và kích cỡ của khuyết tật phụ thuộc vào phương pháp kiểm tra được sử dụng.

Các khuyết tật nhỏ/ngắn được coi như một hoặc nhiều khuyết tật trên suốt chiều dài, nhưng không được lớn hơn 25 mm trên bất kỳ đoạn dài 100 mm nào của đường hàn.

Bảng 2.4-1 Tiêu chuẩn công nhận đối với kiểm tra bằng mắt thường

Kiểu bề mặt gián đoạn	Hình vẽ	Loại mối hàn	
		Mối hàn chính	Mối hàn đặc biệt
Các lỗ rỗ nhìn thấy: d - đường kính lỗ t - chiều dày tấm		Chỉ cho phép có lỗ rỗ độc lập $d < 0,5\text{mm} + 0,02t$ $d_{\max} = 1,5 \text{ mm}$	Chỉ cho phép có lỗ rỗ độc lập $d < 0,5\text{mm} + 0,01t$ $d_{\max} = 1,0\text{mm}$
Cháy chân: h - độ sâu t - chiều dày tấm		Khuyết tật kéo dài không được phép $h \leq 0,1t$ $h_{\max} = 1,0 \text{ mm}$	Khuyết tật kéo dài không được phép $h \leq 0,05t$ $h_{\max} = 0,5 \text{ mm}$
Lỗm chân:		Khuyết tật kéo dài không được phép $h \leq 0,1t$ $h_{\max} = 1,0 \text{ mm}$	Khuyết tật kéo dài không được phép $h \leq 0,05t$ $h_{\max} = 0,05 \text{ mm}$
Hàn quá thừa h - độ cao		$h < 1,5 \text{ mm} + 0,15b$ $h_{\max} = 7,0 \text{ mm}$ chuyển tiếp đều	$h < 1,5 \text{ mm} + 0,1b$ $h_{\max} = 5,0 \text{ mm}$ chuyển tiếp đều
Hàn không ngẫu		Không cho phép	Không cho phép
Chồng nhau		$l_{\max}: 15\text{mm}$ cho mỗi 50 mm chiều dài mối hàn	Không cho phép

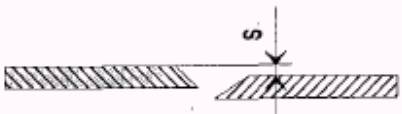
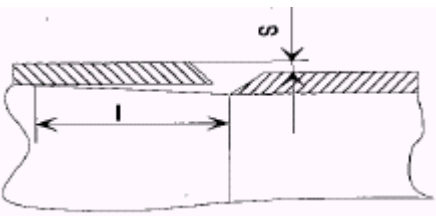
Vết nứt		Không cho phép	Không cho phép
Không xuyên suốt		Khuyết tật kéo dài không được phép $h \leq 0,1t$ $h_{\max} = 1,0 \text{ mm}$	Không cho phép

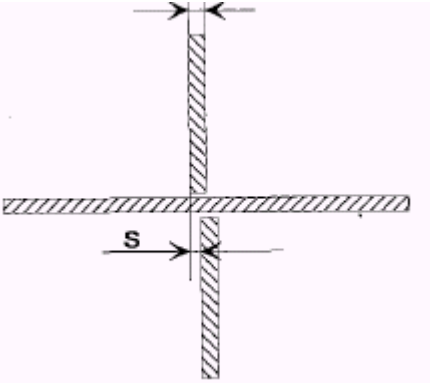
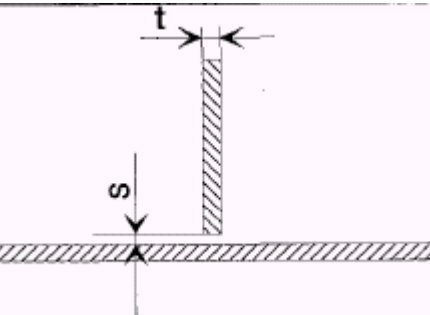
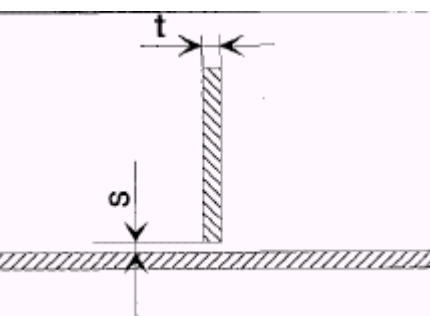
2.4.3 Độ đồng tâm của liên kết hàn

1 Lưu ý khi kiểm tra

Đăng kiểm viên (ĐKV) phải lưu ý kiểm tra độ đồng tâm (độ lệch) của các tấm hoặc cơ cấu trước khi hàn. độ đồng tâm (độ lệch) của các tấm hoặc cơ cấu được cho trong **Bảng 2.4-2** dưới đây.

Bảng 2.4-2 Độ đồng tâm của liên kết hàn

Hình vẽ mô tả	Loại mối hàn		
	Mối hàn phụ	Mối hàn chính	Mối hàn đặc biệt
<p>Độ đồng tâm mối hàn đầu đầu, các sống và mặt bích</p>  	$s < 0,3t$ t - chiều dày tấm	$s \leq 0,15t$ Max: 4 mm t - chiều dày tấm	$s \leq 0,1t$ Max: 3 mm t - chiều dày tấm

	$s < 0,3t$ t - chiều dày tấm	$s \leq 0,15t$ Max: 4 mm t - chiều dày tấm	$s \leq 0,15t$ Max: 3 mm t - chiều dày tấm
	$s < 1,5 \text{ mm} + 0,2a$ Max: 4 mm a - chiều cao mỗi hàn góc	$s \leq 1 \text{ mm} + 0,2a$ Max: 3 mm a - chiều cao mỗi hàn góc	$s \leq 0,5 \text{ mm} + 0,15a$ Max: 3 mm a - chiều cao mỗi hàn góc
<p>Độ đồng tâm của mối nối có chiều dày tấm không giống nhau</p> 	<p>If $s > 0,3t_2$ thì vát theo độ côn $L = 2s$</p>	<p>If $s > 0,15t_2$ thì vát theo độ côn $L = 3s$</p>	<p>If $s > 0,1t_2$ thì vát theo độ côn $L = 4s$</p>

Ghi chú :

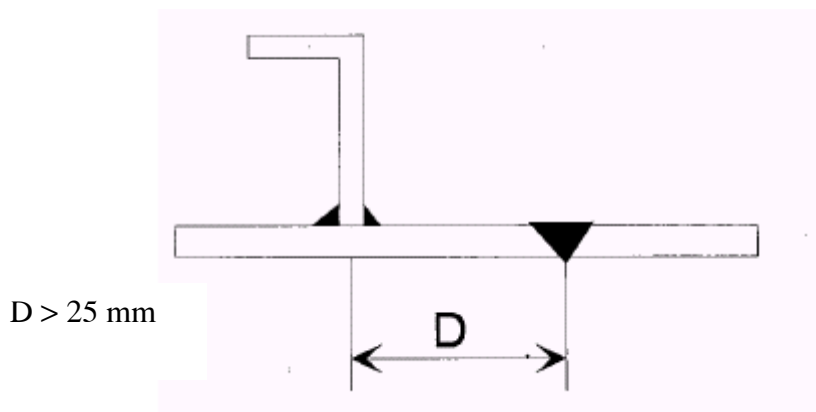
- (1) Nếu dung sai thực tế khi kiểm tra vượt quá các qui định nêu trong **Bảng 2.4-2**, thì phải yêu cầu tháo ra chỉnh sửa cho đạt yêu cầu;
- (2) Đối với việc tháo ra và chỉnh sửa khi L vượt quá $50s$:
 - (a) Có thể chấp nhận sửa chữa bằng cách mài chân hoặc cạnh đỉnh của mối hàn sau khi xem xét cẩn thận. Chiều dày sau khi mài mối hàn không chỗ nào được nhỏ hơn 95% chiều dày tấm thực tế của liên kết theo yêu cầu;
 - (b) Có thể sửa bằng hàn đắp (bổ sung). Các mối nối tập trung ứng suất cao phải được sửa chữa lại;
 - (c) Không được chèn/ hàn chèn vào một cạnh để giảm bớt khe hở (khi để khe hở vượt quá qui định). Tốt nhất là vát xiên mép theo kiểu chữ V và hàn đầy, ngẫu. Có thể dùng tấm lót gôm.

2 Sửa đổi khi dung sai vượt quá qui định

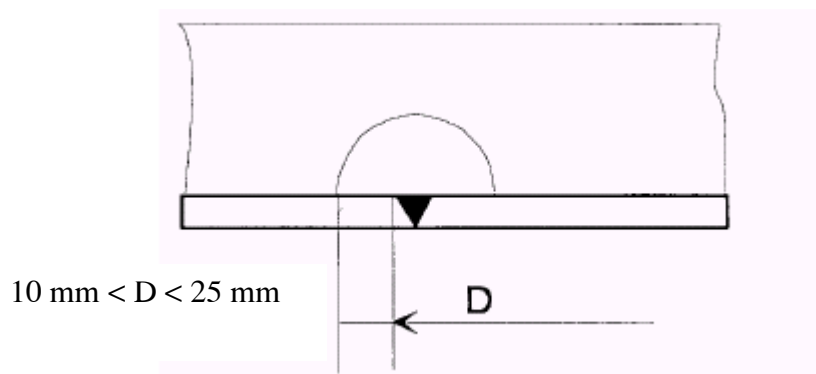
Các lỗ khoét chân mối hàn phải không nhỏ hơn các lỗ đã xác định ở qui trình được duyệt. Nếu lỗ khoét chân vượt quá qui định 50%, thì qui trình phải được duyệt công nhận lại khi sử dụng lỗ khoét chân cho là rộng nhất.

Các hình vẽ dưới đây giới thiệu một số tiêu chuẩn dung sai cơ bản, khi kiểm tra ĐKV có thể sử dụng.

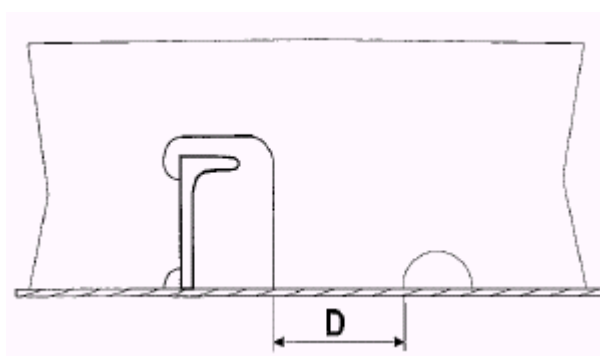
a) Khoảng cách giữa những mối hàn cạnh nhau



b) Lỗ khoét cho đường hàn chui qua



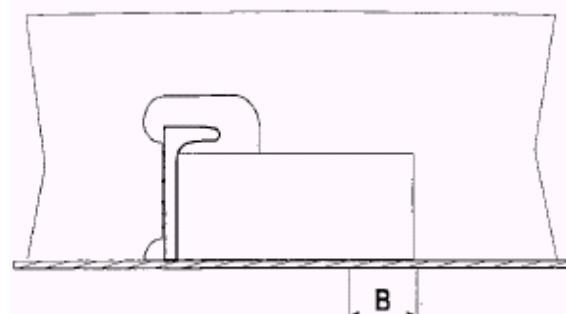
c) Lỗ khoét cho nẹp gia cường chui qua cơ cấu khớp



$D > 75 \text{ mm}$

Nếu dung sai vượt quá qui định, thì chốt giữa lỗ khoét cho đường hàn đi qua và lỗ khoét chịu cắt, và tấm đệm phải được hạn với tấm thành.

$$25 \text{ mm} < B < 50 \text{ mm}$$

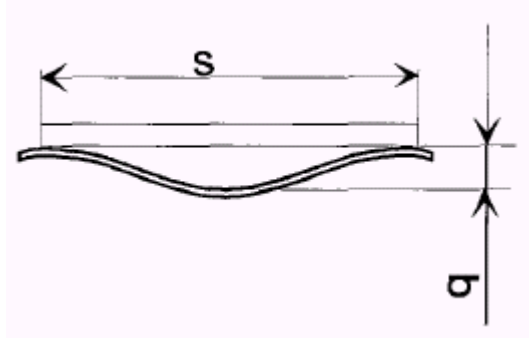
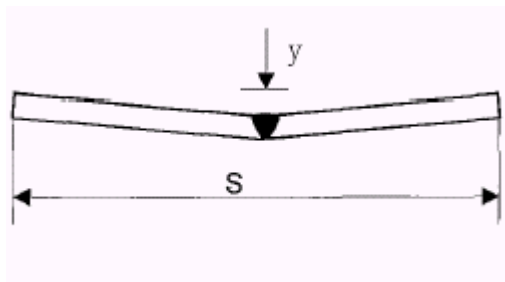
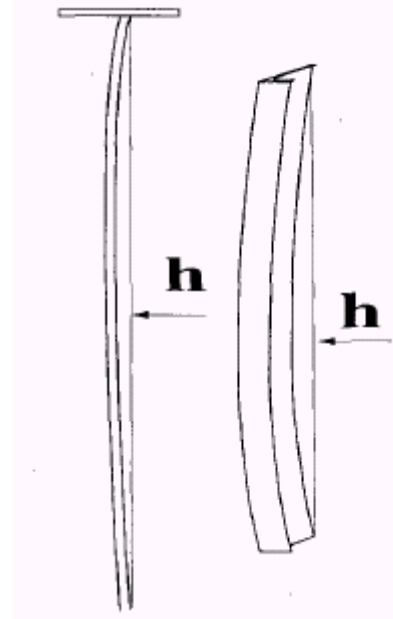


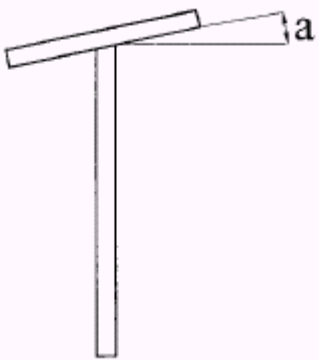
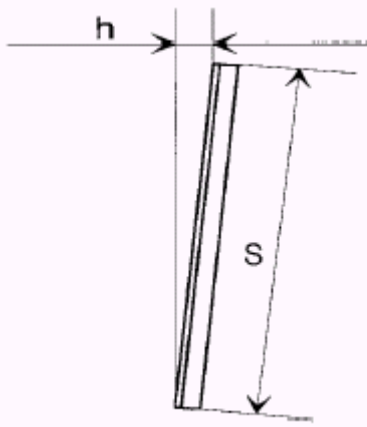
2.4.4 Biến dạng/độ lệch tâm của các thành phần cơ cấu

Cần phải xác định rõ ràng dung sai của các thành phần cơ cấu. Đối với các tàu hai thân lớn thì boong ướn và mái che của thượng tầng phải được coi như là “Vùng đặc biệt”).

Nói chung, để hạn chế/chống vặn, cần có các nẹp/tấm gia cường cho các sống. Bảng 2.4-2 dưới đây đưa ra giới hạn biến dạng/độ lệch tâm cho phép của các thành phần cơ cấu để ĐKV ứng dụng trong quá trình kiểm tra.

Bảng 2.4-2 Biến dạng/độ lệch tâm cho phép

Hình vẽ mô tả	Các thành phần cơ cấu		
	Cơ cấu phụ	Cơ cấu chính	Cơ cấu đặc biệt
	<p>Biến dạng đo trên khoảng sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$q = 0,03 S$</p> <p>Max : 10 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên khoảng sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$q = 0,015 S$</p> <p>Max : 8 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên khoảng sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$q = 0,01 S$</p> <p>Max : 6 mm</p>
	<p>Biến dạng đo trên khoảng sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$q = 0,03 S$</p> <p>Max : 10 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên khoảng sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$q = 0,015 S$</p> <p>Max : 8 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên khoảng sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$q = 0,01 S$</p> <p>Max : 6 mm</p>
	<p>Biến dạng đo trên suốt chiều dài nhịp hoặc sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$h = 6 + 0,002l$ mm</p> <p>l - nhịp hoặc chiều dài đo giữa các gối đỡ, mm</p> <p>Max : 15 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên suốt chiều dài nhịp hoặc sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$h = 6 + 0,002l$ mm</p> <p>l - nhịp hoặc chiều dài đo giữa các gối đỡ, mm</p> <p>Max : 13 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên suốt chiều dài nhịp hoặc sườn không vượt quá trị số:</p> <p>$h = 6 + 0,002l$ mm</p> <p>l - nhịp hoặc chiều dài đo giữa các gối đỡ, mm</p> <p>Max : 11 mm</p>
	Biến dạng góc không được	Biến dạng góc không được	Biến dạng góc không được

	<p>vượt quá trị số: $a = 5 + 0,01b$ b - chiều rộng của tấm mép, mm</p>	<p>vượt quá trị số: $a = 5 + 0,01b$ b - chiều rộng của tấm mép, mm</p>	<p>vượt quá trị số: $a = 3 + 0,01b$ b - chiều rộng của tấm mép, mm</p>
	<p>Biến dạng đo trên suốt chiều dài không được đỡ S, không vượt quá trị số: $h = 0,003S$ mm Max : 10 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên suốt chiều dài không được đỡ S, không vượt quá trị số: $h = 0,0015S$ mm Max : 16 mm</p>	<p>Biến dạng đo trên suốt chiều dài không được đỡ S, không vượt quá trị số: $h = 0,001S$ mm Max : 6 mm</p>

CHƯƠNG 3 KIỂM SOÁT CHẤT LƯỢNG MỐI HÀN

3.1 Tổng quát chung

Sự an toàn và tin cậy của các kết cấu là yêu cầu cần thiết đối với Đăng kiểm. Hàn được sử dụng trong hầu hết tất cả các kết cấu, các kỹ sư phải đưa ra các yêu cầu về chất lượng hàn qua việc sử dụng các kết cấu hàn hợp lý và trình độ tay nghề bậc thợ tốt.

Các đặc điểm đặc biệt của công nghệ hàn, cùng với sự nóng chảy của kim loại ở nhiệt độ cao bao gồm sự tồn tại của cấu trúc kim tương không đều, ứng suất dư và có thể có các khuyết tật hàn.

Cơ cấu và nguyên nhân của các đặc điểm này không chỉ phức tạp mà đôi khi còn rất khó để nhận ra bằng mắt thường. Ví dụ, các khuyết tật bên trong được phát hiện chỉ với sự trợ giúp của việc kiểm tra không phá hủy. Ứng suất dư và sự thay đổi về kim loại học trong vật liệu cũng không thể dễ dàng nhận biết. Những đặc điểm này của công việc hàn yêu cầu phải có sự đào tạo, sự hiểu biết, kinh nghiệm và kỹ năng của các kỹ sư và công nhân liên quan đến công việc hàn.

Hình 3.1 Đưa ra sơ đồ nguyên nhân và ảnh hưởng

3.2 Chuẩn bị trước khi hàn

(1) Xác nhận các bản vẽ và thông số kỹ thuật

Bản vẽ và các yêu cầu kỹ thuật chỉ ra tất cả các yêu cầu kỹ thuật của Khách hàng và Nhà thiết kế. Các thông số này phải dễ đọc và dễ hiểu, và nếu có câu hỏi hoặc các điểm nào chưa rõ chúng phải được làm rõ trước khi công việc hàn được bắt đầu.

(2) Xác nhận phương pháp hàn, các thiết bị và phương tiện trong khu vực làm việc

Xem xét các phương tiện như nơi làm việc, công suất nguồn điện, loại và số lượng máy hàn, và phải hiểu biết về các thiết bị liên quan.

(3) Chuẩn bị vật hàn và các loại vật liệu hàn

Sau khi xác định được cấp thép, vật liệu hàn phải được xác định phù hợp với mỗi cấp thép đó.

(4) Trình tự chuẩn bị công việc

Mỗi bước của công việc phải được mô tả rõ ràng trong bảng trình tự công việc, sao cho mỗi công nhân bao gồm cả nhà thầu phụ có thể hiểu các qui trình đã lập.

Khi việc kiểm tra qui trình hàn là cần thiết, người kỹ sư chịu trách nhiệm hàn phải lập kế hoạch thử, sau đó đề xuất với Đăng kiểm và thực hiện ngay việc thử qui trình.

(5) Thợ vận hành máy hàn/ thợ hàn và các công nhân liên quan

Các công nhân có kỹ năng và đã được chứng nhận phải được kiểm tra một cách cẩn thận. Kỹ năng và tính cách của người thợ hàn quyết định kết quả hàn của anh ta. Người thợ hàn phải có ý thức tốt về công việc, phải tỉ mỉ trong công việc, và phải có khả năng tiếp thu các qui trình hàn mới tốt như việc thực hiện tốt kỹ năng của anh ta. Bên cạnh đó, chất lượng của các sản phẩm không chỉ phụ thuộc vào trình độ tay nghề của thợ hàn mà còn phụ thuộc vào các thợ khác liên quan, như thợ cắt khí, thợ mạ,...

(6) Kiểm tra và thử nghiệm

Phương pháp và mức độ kiểm tra & thử nghiệm yêu cầu cần phải được xem xét. Thời gian và trình tự của việc kiểm tra và thử nghiệm trong quá trình chế tạo phải được quyết định.

(7) An toàn và vệ sinh

An toàn và vệ sinh trong quá trình chế tạo phải được xem xét kỹ lưỡng trong quá trình thiết kế và quá trình lập kế hoạch sản xuất. Sự chuẩn bị tốt các vấn đề này (thiết bị an toàn cho các công việc ở trên cao, hệ thống thông gió ở trong không gian hẹp,...) sẽ cũng có tác dụng làm cho chất lượng công việc được tốt và duy trì đúng tiến độ công việc đề ra.

3.3 Các điểm kiểm tra, kiểm soát chất lượng hàn

(1) Kiểm soát vật liệu

Tại xưởng và hiện trường, có rất nhiều loại thép và cấp thép được mua để sử dụng cho việc đóng tàu, do vậy phải thiết lập một hệ thống kiểm soát thật tốt để ngăn ngừa việc sử dụng nhầm, mất mát hoặc hư hại của các vật liệu. Danh mục các vật liệu, các sơ đồ cắt, hệ thống lưu trữ (kiểm soát các tấm mới và các tấm còn lại bao gồm cả các chứng chỉ vật liệu),... phải được kiểm soát chặt chẽ.

(2) Ngăn ngừa sự ẩm ướt

Các loại vật liệu hàn phải được giữ ở tình trạng khô ngay trước khi sử dụng. que hàn có thuốc bọc, nếu bị ẩm phải được sấy lại theo yêu cầu của Nhà sản xuất.

Nói chung: Que hàn loại hydro thấp sấy ở nhiệt độ 300°C - 400°C trong thời gian 01 giờ.

Các loại que hàn khác sấy ở nhiệt độ 70°C - 100°C trong thời gian 01 giờ.

Sau khi sấy lại nếu que hàn không được sử dụng ngay nó phải được giữ trong hộp sấy ở nhiệt độ khoảng 100°C hoặc trong hộp có chất khử ẩm. Sau khi sấy, tốt nhất que hàn phải được sử dụng trong vòng 2 - 4 giờ.

Thuốc hàn sử dụng cho hàn hồ quang chìm cũng phải được giữ khô theo yêu cầu của Nhà sản xuất (xem lại hình 6.4 và hình 6.6).

(3) Kiểu liên kết và vát mép mối hàn

Kiểu liên kết và vát mép cho một phương pháp hàn phải được chỉ ra và mô tả rõ trong các bản vẽ thi công. Dung sai cho phép của mối hàn phải được đưa ra và thông báo cho thợ hàn, thậm chí cả đối với thợ mạ.

(4) Kiểm tra và kiểm soát bởi thợ hàn

Việc kiểm tra dựa trên các yêu cầu kỹ thuật sẽ được thực hiện, nhưng điều này không đủ để đảm bảo đạt được mối hàn có chất lượng tốt. Do việc kiểm tra được thực hiện một cách xác suất và không thể bao quát hết toàn bộ chiều dài đường hàn, nên mỗi người thợ hàn cần phải làm việc một cách trung thực theo đúng trình tự công việc và tự mình kiểm tra các bước thực hiện đối với mỗi đường hàn của mình.

3.4 Hàn và các công việc liên quan**3.4.1 Cắt và uốn**

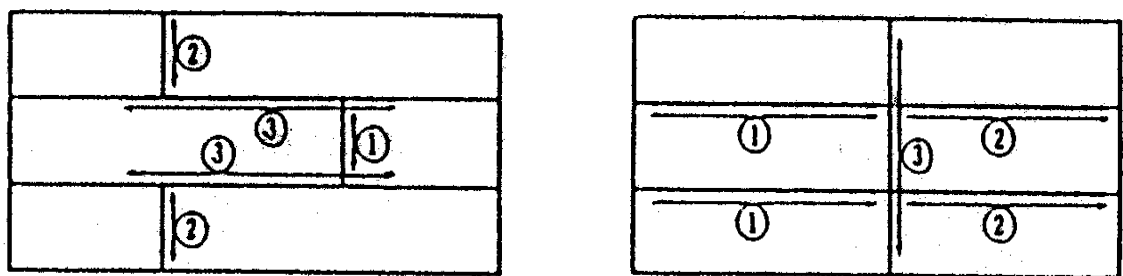
Việc cắt các tấm thép được thực hiện bởi phương pháp nhiệt hoặc phương pháp cơ khí. cạnh của các tấm đã cắt phải được kiểm tra một cách cẩn thận, nếu phát hiện thấy có sự tách lớp,

vết khía hoặc cạnh không đều thì cạnh của các tấm đó phải được sửa chữa. Cạnh của tấm cắt bằng khí có bề mặt mịn, bề mặt bị hóa cứng và thường bị nóng chảy và khur bởi quá trình hàn sau đó. Nhưng nếu thực hiện nguyên công đập trên cạnh đã được cắt khí, để ngăn ngừa nứt, thực hiện việc mài bề mặt bị biến cứng trước khi đập là phương pháp có hiệu quả.

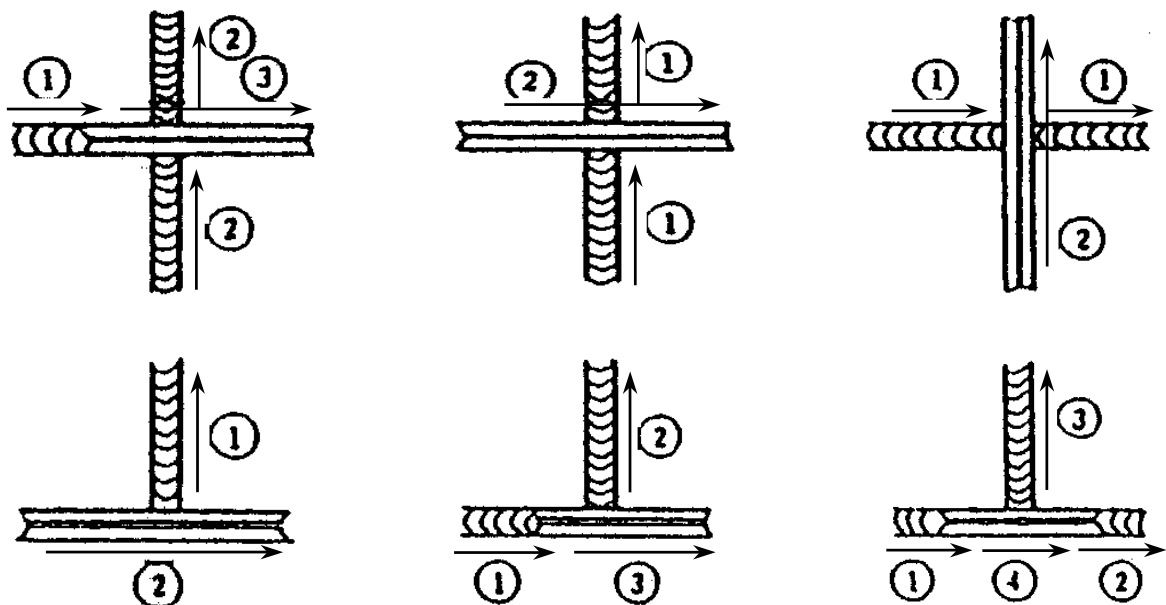
3.4.2 Trình tự hàn

Các nguyên tắc để quyết định một trình tự hàn là:

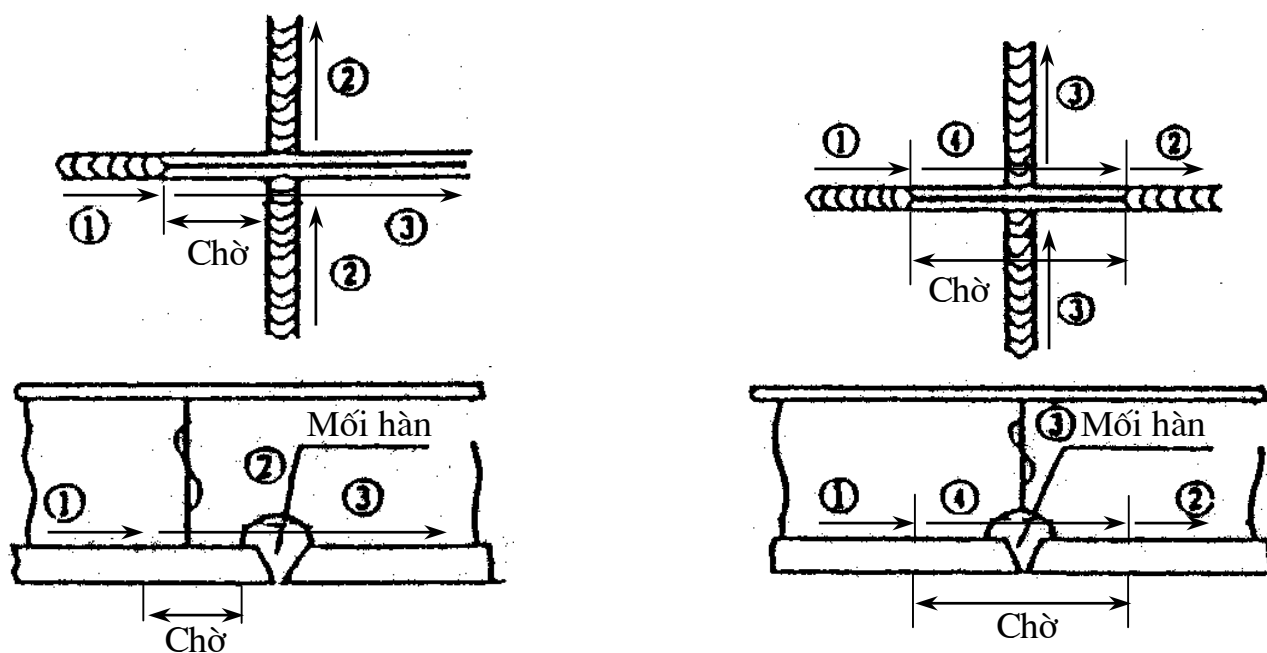
- (1) Hàn từ tâm ra đầu tự do, hàn từ dưới lên trên.
- (2) Trước tiên hàn mối hàn có kích thước lớn để giảm tối thiểu sự biến dạng.
- (3) Không hàn ngang qua liên kết không hàn.
- (4) Không tạo mối hàn có ứng suất lớn.



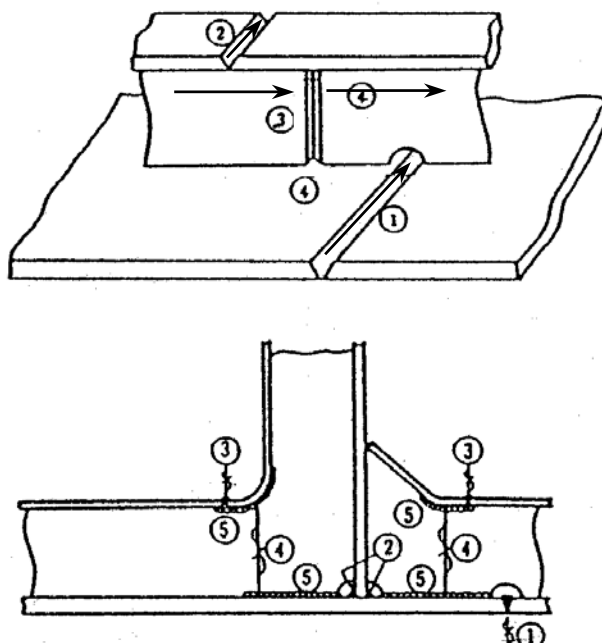
Hình 3.2 Trình tự hàn tấm



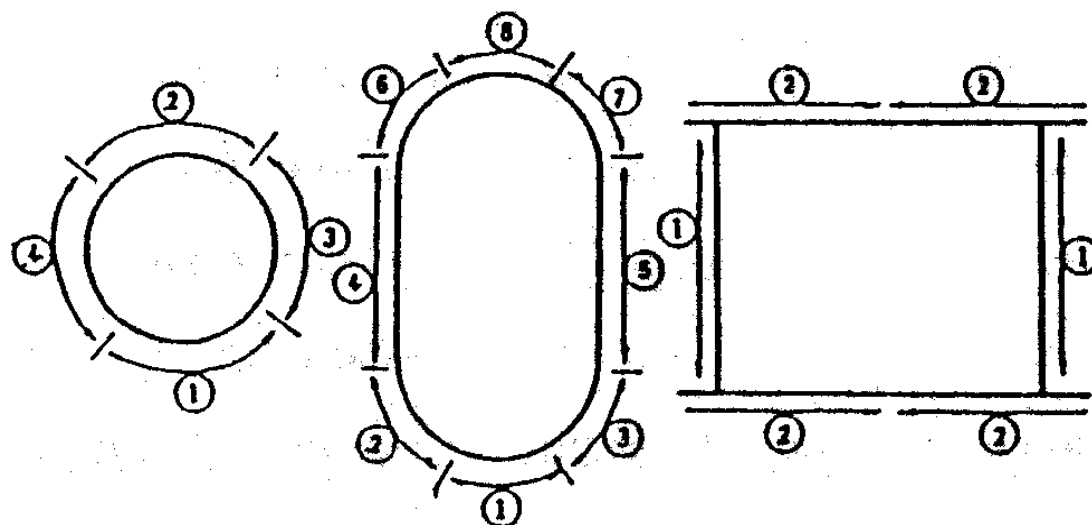
Hình 3.3 Trình tự hàn mối hàn giao nhau



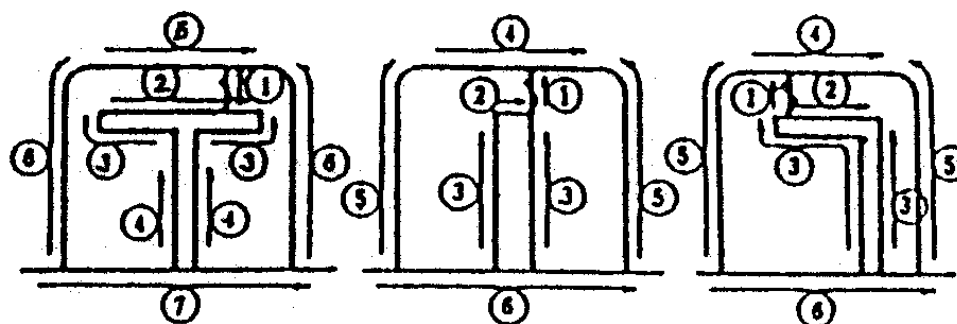
Hình 3.4 Ví dụ của mối hàn chờ



Hình 3.5 Trình tự của mối hàn giáp mối và mối hàn góc



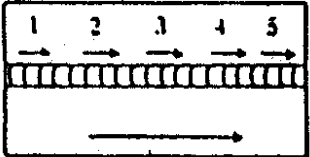
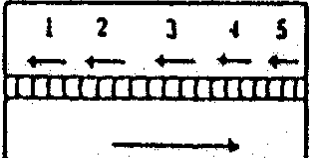
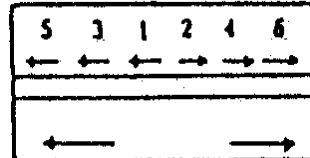
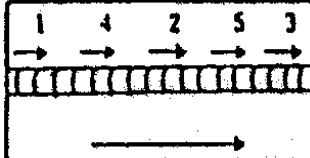
Hình 3.6 Trình tự hàn lỗ vào hoặc lỗ người chui



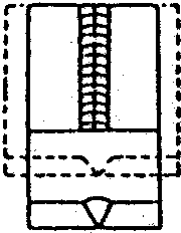
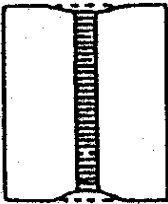
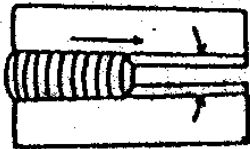
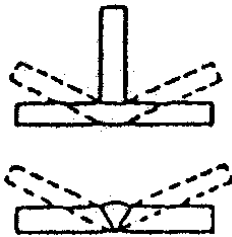
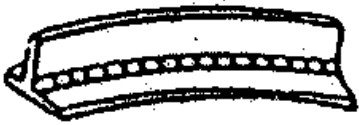

Hình 3.7 Trình tự hàn các tấm xuyên qua

3.4.3 Trình tự lắp để giảm tối thiểu sự biến dạng

Hình 3.8 Các phương pháp hàn để giảm tối thiểu sự biến dạng

	<p>Phương pháp hàn đơn giản nhất, nhưng không được áp dụng cho các mối hàn dài.</p>
	<p>Hướng của mỗi đoạn ngược với hướng hàn tổng thể, phương pháp này phù hợp cho việc hàn các tấm mỏng.</p>
	<p>Phương pháp hàn mà các đường hàn được phân bố ngược chiều nhau từ tâm đường hàn về hai đầu.</p>
	<p>Phương pháp hàn mà các phần không hàn được để lại và được điền đầy sau đó, phương pháp này thường được sử dụng cho hàn gang và hàn các tấm thép mỏng.</p>

Hình 3.9 Các biến dạng hàn

	Co ngang: Co dọc tại góc bên phải theo tâm của đường hàn
	Co dọc: co dọc theo tâm đường hàn
	Biến dạng góc: sự mở ra hoặc khép lại góc của mối hàn giáp mối.
	Biến dạng góc: biến dạng theo hướng chiều dày của tấm.
	Biến dạng uốn dọc: biến dạng dọc theo tâm đường hàn, thường uốn dạng parabol.
	Sự cong vênh: biến dạng do cong vênh gây ra do ứng suất nén dọc theo tâm đường hàn.

3.4.4 Chuẩn bị cạnh mối hàn trước khi hàn

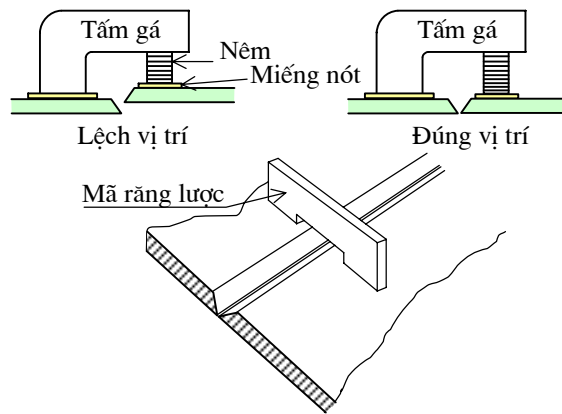
(1) Làm sạch mối hàn

Ấm ướt, dầu mỡ, sơn, ... trên mối hàn phải được làm sạch trước khi hàn để ngăn ngừa các khuyết tật hàn như rỗ và lỗ rỗng. Nói chung, một lớp sơn lót có thể được thực hiện tại xưởng để ngăn ngừa gỉ. Bàn chải sắt, ngọn lửa khí và dung môi được sử dụng để làm sạch rãnh hàn. Nếu thép tấm đã mạ được sử dụng để hàn, phải làm sạch lớp kẽm trên bề mặt để đạt được mối hàn có chất lượng tốt và bảo vệ sức khỏe cho thợ hàn.

(2) Hàn đính

Đối với việc lắp ráp, tất cả các phần bao gồm khung và các tấm được ghép theo đúng vị trí và đúng góc độ. Sử dụng một cách có hiệu quả các dạng vấu, tấm đỡ phái sau, các

miếng nêm, kích thủy lực, ... để chỉnh thẳng hàng các phần tại các vị trí tương ứng. Sau khi gá lắp các phần thường được hàn dính lại với nhau.



Hình 3.10 Đồ gá để gá lắp các tấm

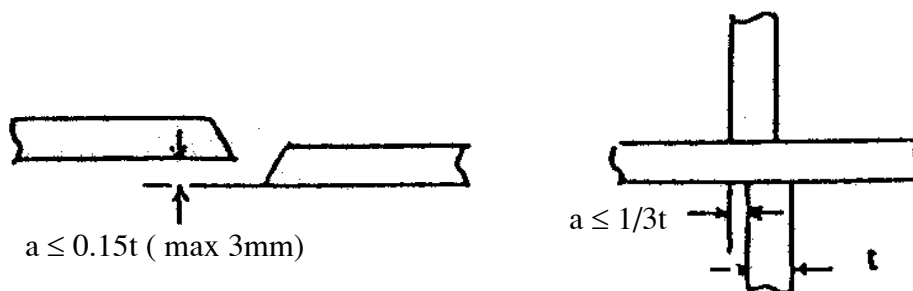
Việc hàn dính phải đủ bền để giữ cho các phần kết cấu liên kết với nhau và duy trì đúng rãnh hàn. Các mối hàn dính không tẩy đi sau khi hàn phải được hàn cẩn thận và có chất lượng tin cậy. Hàn dính đối với thép có độ bền cao phải được thực hiện bằng que hàn hydro thấp, và chiều dài tối thiểu của mối hàn dính phải từ 40 - 50 mm để ngăn ngừa sự biến cứng tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) và nứt do nhiệt lượng đáng lên mối hàn nhỏ.

(3) Độ chính xác của liên kết và phương pháp sửa chữa

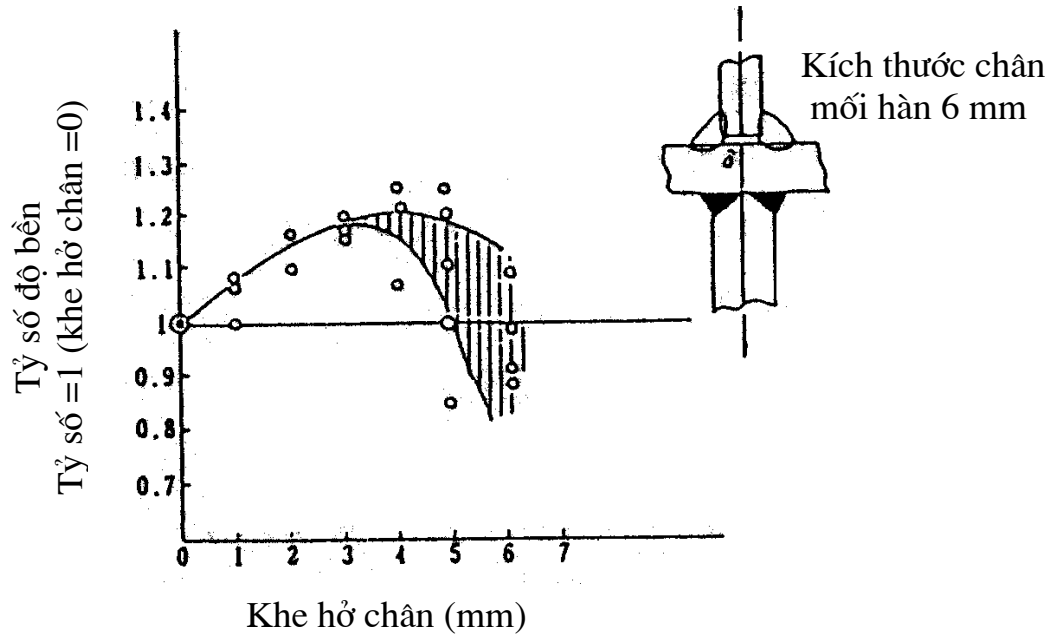
Dung sai của liên kết hàn (khe hở chân, góc vát mép, khe hở hàn, ...) phải được quyết định tùy thuộc vào phương pháp hàn, nhưng phải dựa trên các nguyên tắc cơ bản sau:

(a) Không thẳng hàng

Sự không thẳng hàng tại mối hàn làm giảm độ bền mỏi của mối hàn.

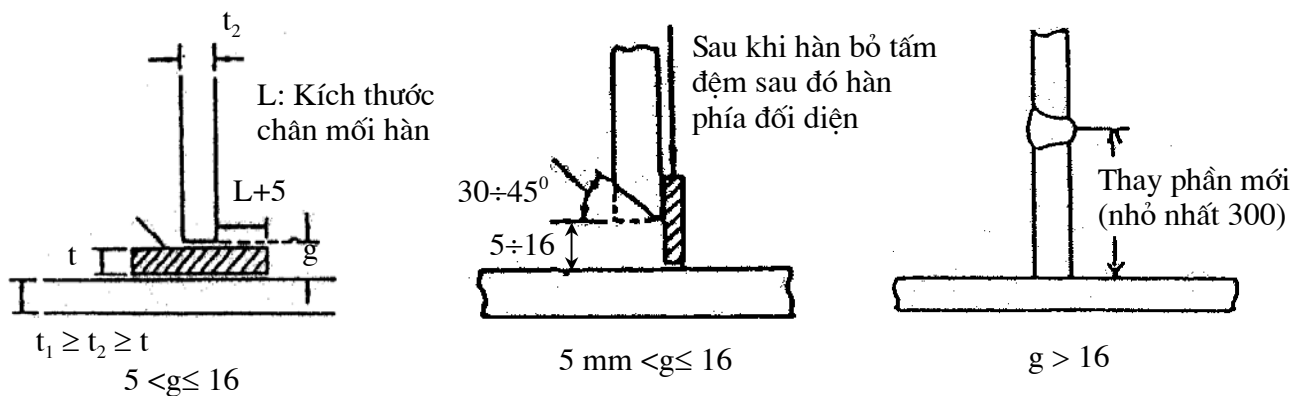


Hình 3.11 Sự không thẳng hàng



Hình 3.12 Tương quan giữa khe hở chân mối hàn góc và độ bền

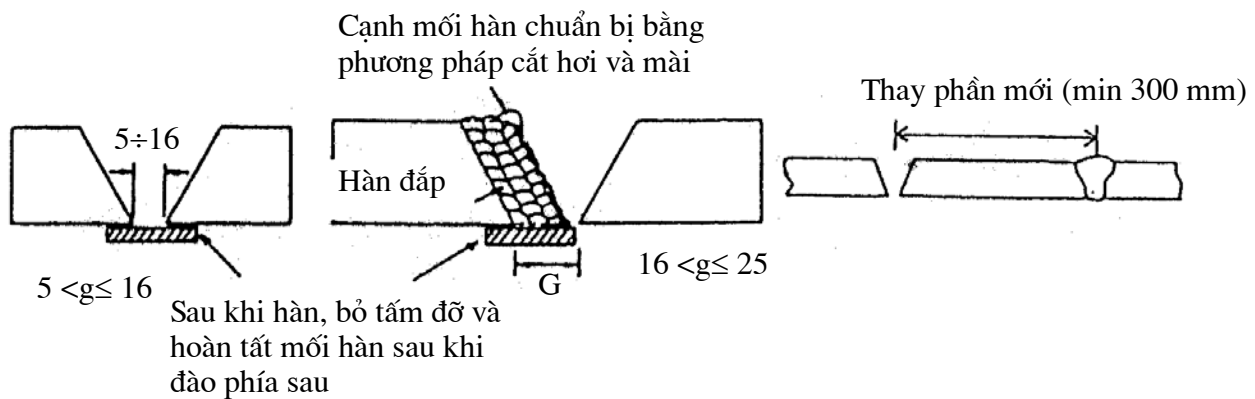
- (b) Khe hở chân mối hàn góc
- (c) Tiêu chuẩn cho việc sửa chữa của JSQS (Tiêu chuẩn chất lượng đóng tàu Nhật bản)
- Khe hở chân < 2 mm: Không phải sửa chữa.
 - 2 mm < khe hở chân < 5 mm: Tăng kích thước mối hàn góc theo khe hở chân.
 - 5 mm < khe hở chân: Sửa chữa theo chỉ dẫn dưới đây:



Hình 3.13 Tiêu chuẩn sửa chữa đối với mối hàn góc

- (d) Tiêu chuẩn sửa chữa của mối hàn giáp mép

Nếu khe hở chân của mối hàn giáp mép quá lớn có thể gây ra các khuyết tật hàn, ứng suất dư quá lớn và biến dạng. Khi khe hở chân mối hàn vượt quá dung sai cho phép, các phương pháp sửa chữa dưới đây có thể được áp dụng:



Hình 3.14 Tiêu chuẩn sửa chữa cho mối hàn giáp mép

(e) Hàn các chi tiết gá lắp tạm thời

Có nhiều dạng chi tiết gá lắp tạm thời khác nhau như đồ gá, các mảnh nhỏ hoặc các giá đỡ được hàn vào một kết cấu sử dụng cho công việc lắp ráp, lắp đặt sàn tào tác, hoặc cho sự vận chuyển. Việc hàn này phải được làm cẩn thận để sao cho không tạo ra các khuyết tật nguy hại như cháy chân hoặc bắn tóe hồ quang trên kim loại cơ bản.

Khi hàn dính các tấm dày, thép có độ bền cao hoặc thép hợp kim thấp, nhiệt lượng giáng lên mối hàn phải đủ để mối hàn tránh bị quá cứng hoặc nứt ở vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ), do đó tăng nhiệt độ gia nhiệt và không hàn đường hàn ngắn (đường hàn ngắn hơn 40 mm) cần phải được xem xét.

Nếu mối hàn dính bị cháy chân hoặc hồ quang kim loại bị bắn tóe thì công việc sửa chữa phải được tiến hành cẩn thận.

3.4.5 Các điều kiện hàn

Điều kiện hàn bao gồm rất nhiều các thông số như dòng điện, điện áp, hồ quang, tốc độ hàn, nhiệt độ gia nhiệt, nhiệt độ giữa các lớp hàn, xử lý nhiệt sau khi hàn, khí bảo vệ, số lớp hàn, ...

Các thông số này phải được quyết định phụ thuộc vào vật liệu, phương pháp hàn, vị trí hàn, loại que hàn, ... và phải được chỉ rõ trong bảng chỉ dẫn công việc.

Thông thường, mỗi điều kiện hàn đều có một phạm vi xác định. Điều kiện hàn phù hợp nhất phải được lựa chọn theo chiều dày vật hàn, rãnh hàn, ...

Các kỹ sư chịu trách nhiệm về hàn phải quyết định các điều kiện hàn phù hợp, sau đó chỉ dẫn và đào tạo cho thợ hàn.

3.4.6 Tẩy và hàn mặt sau

Hàn dính và hàn lớp hàn đầu tiên thường tạo ra các khuyết tật như hàn không ngấu, ngậm xỉ, lỗ khí hoặc nứt. Do vậy, biện pháp tẩy phía sau phải được áp dụng. Điểm quan trọng của việc tẩy phía sau là sao cho tất cả các khuyết tật trong lớp hàn đầu tiên phải được loại bỏ hoàn toàn và hình dạng của rãnh hàn đã được tẩy phải phù hợp cho việc hàn mặt sau. Rãnh hàn phải được kỹ sư hoặc đốc công kiểm tra cẩn thận trước khi hàn.

Phương pháp tẩy mặt sau có thể được áp dụng như sau:

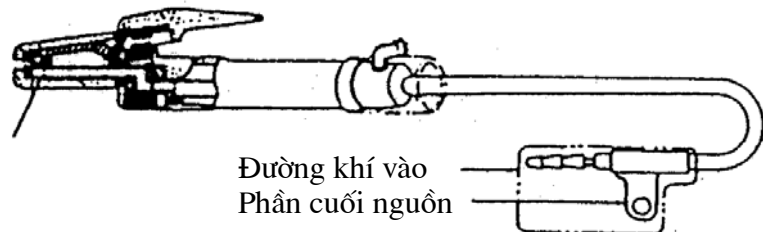
(1) Đục sử dụng khí nén

Phương pháp này không làm biến dạng và thay đổi tính chất kim loại, nhưng hiệu quả của phương pháp này không cao, ồn và rung động lớn cho người lao động.

(2) Đào xử dụng khí

Năng lượng được xử dụng để đốt cháy thép. Thiết bị (ngọn lửa gas) đơn giản và tiếng ồn giảm, nhưng sự biến dạng do nhiệt lớn hơn các phương pháp khác.

(3) Thổi hồ quang carbon



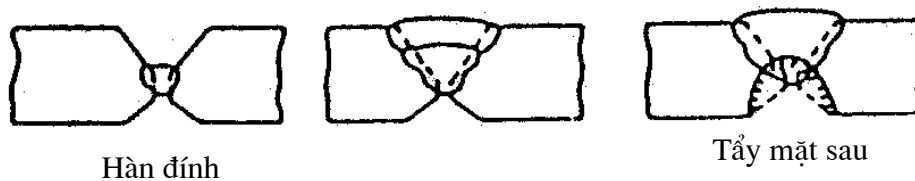
Hình 3.15 Mỏ thổi hồ quang carbon

Năng lượng hồ quang làm nóng chảy thép, và thép nóng chảy bị khí nén thổi đi. Nhờ có năng lượng tập trung cao và vùng ảnh hưởng nhỏ, do đó sự biến dạng nhỏ nhất và phương pháp này đạt được hiệu suất cao.

Phương pháp này được áp dụng rộng rãi trong công nghiệp đóng tàu, tuy nhiên trong quá trình thổi hồ quang carbon việc thông gió cần phải được xem xét do bụi và khói sinh ra.

Các điểm kiểm tra khi hàn hoặc tẩy mặt sau là:

- Tẩy mặt sau phải được thực hiện đến khi tất cả các khuyết tật trong rãnh hàn phải được loại bỏ hoàn toàn.
- Hình dạng của rãnh hàn mặt sau phải phù hợp cho việc hàn (phần đáy có dạng chữ U, hai bên rãnh hàn dạng chữ V).



Hình 3.16 Tẩy mặt sau

3.4.7 Xử lý nhiệt trước và sau khi hàn

(1) Gia nhiệt và nhiệt độ giữa các lớp hàn

Gia nhiệt được thực hiện nhằm mục đích ngăn ngừa sự làm cứng và nứt tại vùng ảnh hưởng nhiệt(HAZ) do việc nguội nhanh gây nên.

“Nhiệt độ giữa các lớp hàn” là nhiệt độ giữa hai lớp hàn.

Ví dụ, khi thép có độ bền cao đã tôi và ram(QTHT) được hàn, nhiệt độ giữa các lớp hàn cao làm độ bền mối hàn thấp và giòn, do vậy nhiệt độ lớn nhất giữa các lớp hàn phải được giới hạn.

Nhiệt độ gia nhiệt và nhiệt độ giữa các lớp hàn được quyết định phụ thuộc vào kim loại cơ bản, kích thước của kết cấu, chiều dày tấm vật liệu, phương pháp hàn và các điều kiện hàn.

Bảng dưới đây đưa ra các ví dụ về nhiệt độ gia nhiệt đối với thép có độ bền cao. Đối với thép thường gia nhiệt được yêu cầu khi chiều dày vật liệu lớn hơn 25mm và khi thời tiết lạnh.

Bảng 3.1 Ví dụ về nhiệt độ gia nhiệt

Chiều dày tấm vật liệu (mm)	Thép có độ bền cao cấp 60 kgf/mm ²	Thép có độ bền cao cấp 80 kgf/mm ²
$t \leq 19$	-	$\geq 100^{\circ}\text{C}$
$19 < t \leq 25$	$\geq 50^{\circ}\text{C}$	$\geq 125^{\circ}\text{C}$
$25 < t \leq 32$	$\geq 75^{\circ}\text{C}$	$\geq 150^{\circ}\text{C}$
$32 < t \leq 38$	$\geq 100^{\circ}\text{C}$	$\geq 150^{\circ}\text{C}$
$38 < t \leq 50$	$\geq 125^{\circ}\text{C}$	$\geq 150^{\circ}\text{C}$
$50 < t \leq 75$	$\geq 125^{\circ}\text{C}$	$\geq 150^{\circ}\text{C}$

(2) Phương pháp gia nhiệt

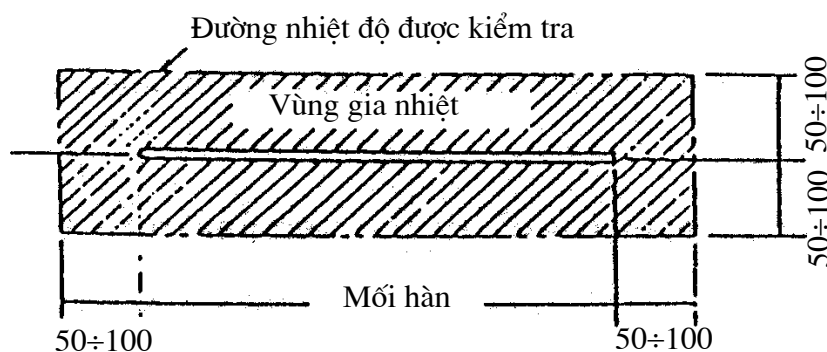
(a) Phương pháp dùng ngọn lửa gas

Phương pháp này thiết bị đơn giản và được sử dụng rộng rãi. Nhưng việc kiểm soát nhiệt để đạt được nhiệt độ đồng đều trong quá trình hàn khó.

(b) Phương pháp nhiệt điện trở và nhiệt cảm ứng

Phương pháp này sử dụng thiết bị phức tạp hơn và chi phí cao hơn so với phương pháp dùng ngọn lửa gas, việc kiểm soát nhiệt có thể thực hiện được tốt với sự trợ giúp của bộ điều chỉnh nhiệt.

Để gia nhiệt có hiệu quả trong quá trình hàn, việc gia nhiệt phải được thực hiện trên toàn bộ các vùng xung quanh mối hàn như hình vẽ dưới đây.



Hình 3.17 Vùng phải được gia nhiệt

Nhiệt độ gia nhiệt phải được kiểm tra bằng phân nhiệt, nhiệt kế với lưỡng kim nhiệt (bimetal), cặp nhiệt độ, ... tại vị trí cách mối hàn khoảng cách từ 50-100mm, như chỉ ra trên hình vẽ 3.17.

Nhiệt độ gia nhiệt khi hàn phần nhỏ (như hàn đỉnh) thì nhiệt độ gia nhiệt phải cao hơn khi hàn thực tế khoảng 20 - 30⁰C để tránh nguội nhanh tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).

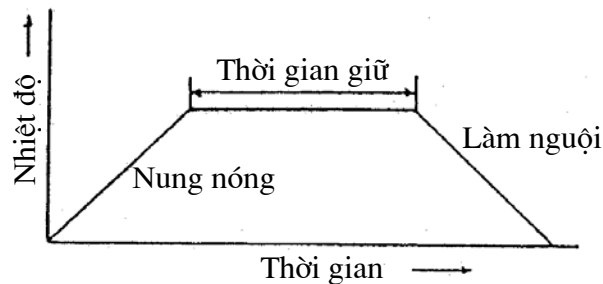
(3) Xử lý nhiệt mối hàn (PWHT)

Xử lý nhiệt mối hàn (PWHT) được áp dụng cho kết cấu hàn mà làm việc với các điều kiện tĩnh rất khắc nghiệt hoặc điều kiện động như các bồn áp lực.

Sau khi công việc hàn được hoàn tất, kết cấu được đặt vào trong lò, được nung nóng và giữ tại một nhiệt độ nhất định trong một khoảng thời gian yêu cầu, và sau đó được làm nguội từ từ.

Tác dụng của việc xử lý nhiệt mối hàn:

- (a) Làm giảm độ cứng của vùng ảnh hưởng nhiệt.
- (b) Cải thiện độ dẫn dài và độ dai va đập với vết khía.
- (c) Khử ứng suất do hàn gây ra.



Hình 3.18 Quá trình PWHT

Ví dụ của điều kiện xử lý nhiệt (PWHT) cho thép dùng để chế tạo nồi hơi:

- Nhiệt độ xử lý nhiệt: 600°C
- Thời gian giữ trong lò(giờ):

+ Với $t \leq 6\text{mm}$ thời gian giữ trong lò là $\frac{1}{4}$ giờ.

+ Với $6 < t \leq 50$ thời gian giữ trong lò là $\frac{t}{25}$ giờ.

+ Với $50 < t$ thời gian giữ trong lò là $\frac{(150+t)}{100}$ giờ.

- Tốc độ gia nhiệt (°C/giờ): $\leq 200 \times \frac{25}{t}$ (lớn nhất 200°C/giờ, nhỏ nhất 50°C/giờ).
- Tốc độ làm nguội (°C/giờ): $\leq 275 \times \frac{25}{t}$ (lớn nhất 275°C/giờ, nhỏ nhất 50°C/giờ).
- Nhiệt độ lò khi đưa vật vào/ lấy vật ra: $< 400^\circ\text{C}$.

Ghi chú: t là chiều dày tấm vật liệu.

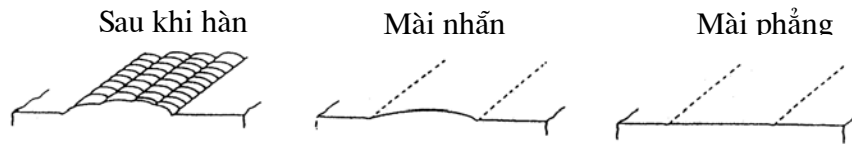
3.4.8 Sự hoàn thiện và sửa chữa mối hàn

(1) Hình dáng đường hàn

Điều kiện bề mặt của đường hàn làm ảnh hưởng đến độ bền mỏi của mối hàn.

Khi xét đến có tải chu kỳ, như với kết cấu thân tàu, bề mặt của đường hàn phải đều nếu có thể và không có các khuyết tật nguy hại như cháy chân, chồm phủ, lỗ khí, biến dạng không đều,

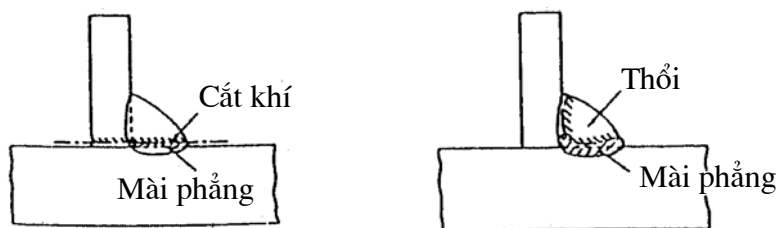
Nếu tải chu kỳ hoặc ứng suất gây ra do ăn mòn bị xem là rất nghiêm trọng (ví dụ, trong trường hợp các bình chịu áp, hoặc góc của nắp hầm hàng tàu) thì các yêu cầu đối với điều kiện bề mặt sẽ rất khắt khe, do vậy bề mặt đường hàn yêu cầu phải được mài hoặc phải được gia công.



Hình 3.19 Hoàn thiện bề mặt đường hàn

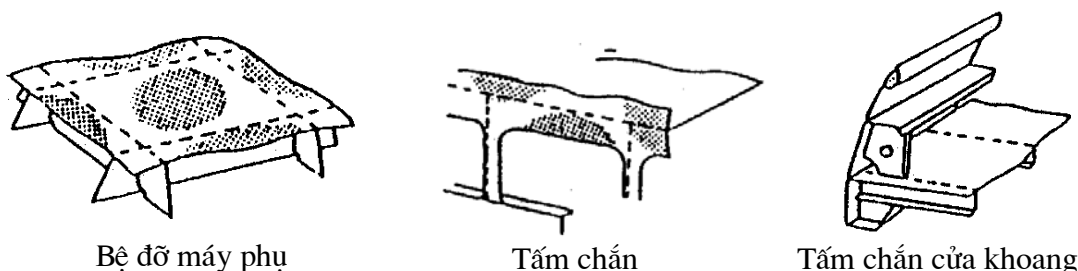
(2) Tháo bỏ các chi tiết gá lắp tạm thời và tiến hành sửa chữa

Các chi tiết gá lắp tạm thời như đồ gá, và các vấu sử dụng cho quá trình gá lắp phải được tháo bỏ một cách cẩn thận sao cho nó không gây ra các khuyết tật trên tấm kim loại cơ bản.



Hình 3.20 Tháo bỏ các chi tiết gá lắp tạm thời

(3) Chống biến dạng



Hình 3.21 Ví dụ về sự chống biến dạng của các kết cấu hàn

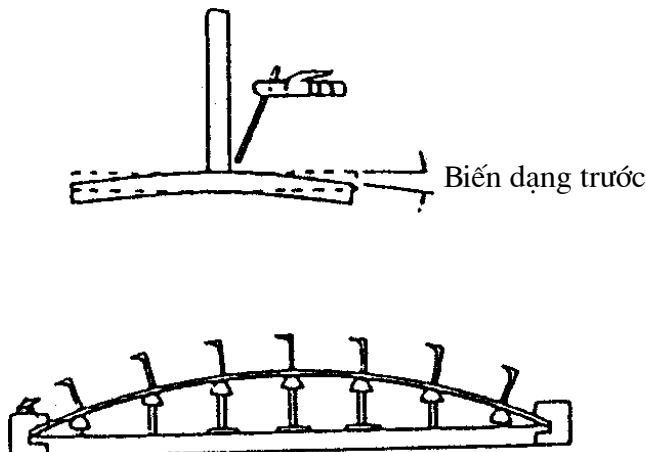
Một số phương pháp phòng ngừa để giảm tối thiểu sự biến dạng như sau:

- Lựa chọn phương pháp hàn sao cho nhiệt lượng giáng lên mỗi hàn thấp.
- Thiết kế sao cho lượng kim loại đắp lên mỗi hàn thấp nhất, nếu có thể.
- Gia công để đạt được rãnh hàn có độ chính xác cao nhất và tránh khe hở hàn quá lớn.

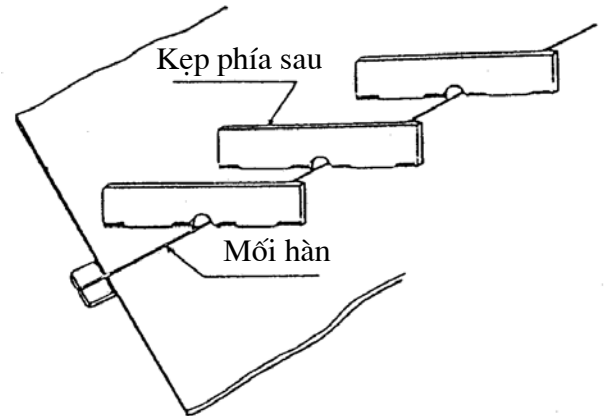
- d) Khu vực hàn phải phẳng để tránh có sự biến dạng ban đầu của kết cấu.
- e) Áp dụng trình tự hàn hợp lý và sử dụng đồ gá hoặc chi tiết kẹp thích hợp.

Vì lực co ngang trong mối hàn giáp mép là rất lớn, và rất khó để ngăn ngừa hoàn toàn lực co này. Thông thường lực co ngang này cho phép xảy ra một cách tự do.

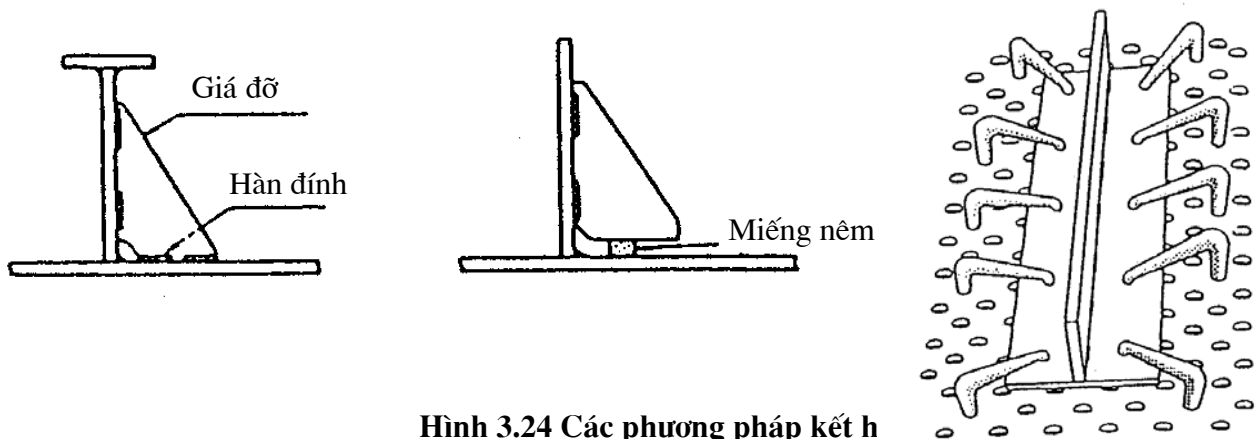
Tuy nhiên để ngăn ngừa sự biến dạng góc, phương pháp có hiệu quả là ta áp dụng việc kẹp chặt phía sau hoặc dùng trọng lực. Để chống biến dạng góc đối với các mối hàn góc, một phương pháp cũng rất có hiệu quả là tạo biến dạng trước.



Hình 3.22 Tạo biến dạng trước



Hình 3.23 Kẹp chặt phía sau



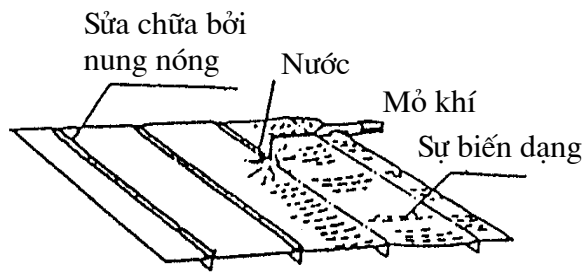
Hình 3.24 Các phương pháp kết h

(4) Phương pháp sửa chữa các biến dạng hàn

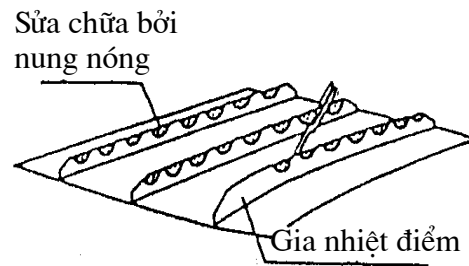
- a) Nung nóng cục bộ sử dụng ngọn lửa gas (sau đó sử dụng nước lạnh)

Nung nóng, sau đó sử dụng nước lạnh là phương pháp hiệu quả hơn nhiều so với phương pháp làm nguội trong không khí. Nhiệt độ lớn nhất cho việc nung nóng cục bộ là 800 - 950°C. Nhiệt độ nung nóng lớn hơn 950°C là không mong muốn do làm giảm độ dai và đập với vết khía. Mặt khác, nếu nhiệt độ nung nóng dưới 700°C thì lại không có hiệu quả.

Nếu phương pháp nung nóng cục bộ bằng ngọn lửa gas áp dụng cho thép có độ bền cao(HT), việc làm nguội bằng nước phải được bắt đầu lúc nhiệt độ khoảng 650°C để tránh tôi, làm biến cứng, hoặc làm giòn kim loại mối hàn.



Hình 3.25 Gia nhiệt đường



Hình 3.26 Gia nhiệt điểm

b) Áp dụng ép hoặc cán

Phương pháp này được áp dụng chủ yếu đối với các kết cấu có kích thước nhỏ.

3.4.9 Điều kiện thời tiết và môi trường

(1) Điều kiện thời tiết

a) Điều kiện ẩm ướt do sương, mưa, hoặc tuyết (nếu có).

Dùng giẻ lau hoặc gia nhiệt để làm khô mối hàn. Đặc biệt phải giữ cho que hàn khô.

b) Gió to

Trong điều kiện thời tiết có nhiều gió, việc sử dụng các tấm che gió là cần thiết để bảo vệ hồ quang được tốt. Nói chung, điều kiện gió phải thỏa mãn yêu cầu sau:

- Đối với hàn khí bảo vệ CO_2 hoặc hàn TIG: tốc độ gió nhỏ hơn 2 m/s.
- Đối với hàn hồ quang tay: tốc độ gió nhỏ hơn 10 m/s.

c) Nhiệt độ thấp

Nếu trong điều kiện nhiệt độ thấp, phương pháp gia nhiệt phải được áp dụng.

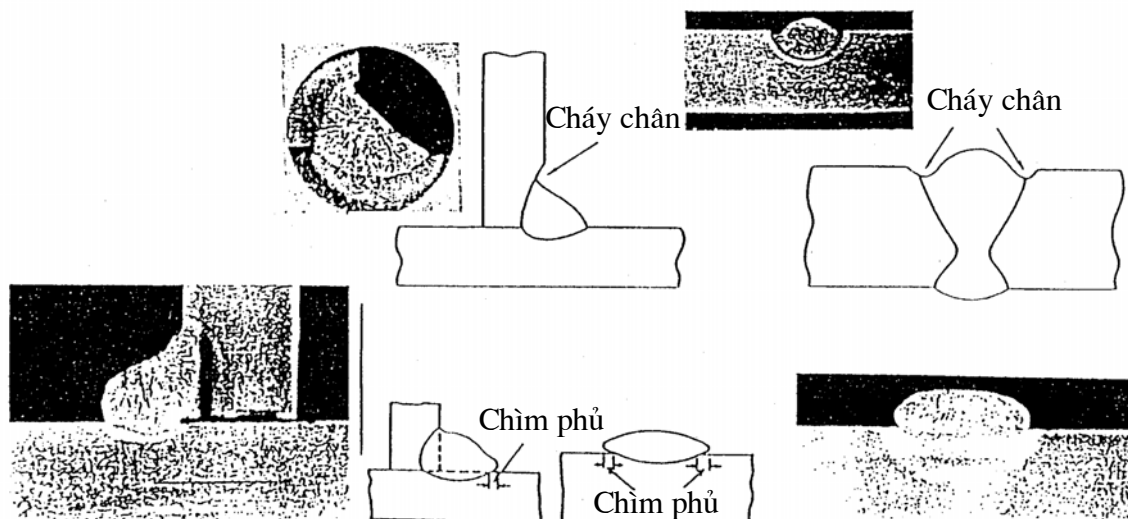
Ví dụ đối với thép thường có chiều dày $t \geq 25\text{mm}$ khi nhiệt độ môi trường nhỏ hơn hoặc bằng 0°C , thì phải gia nhiệt tới nhiệt độ 50°C .

(2) Điều kiện làm việc ở những nơi không gian hẹp hoặc ở trên cao

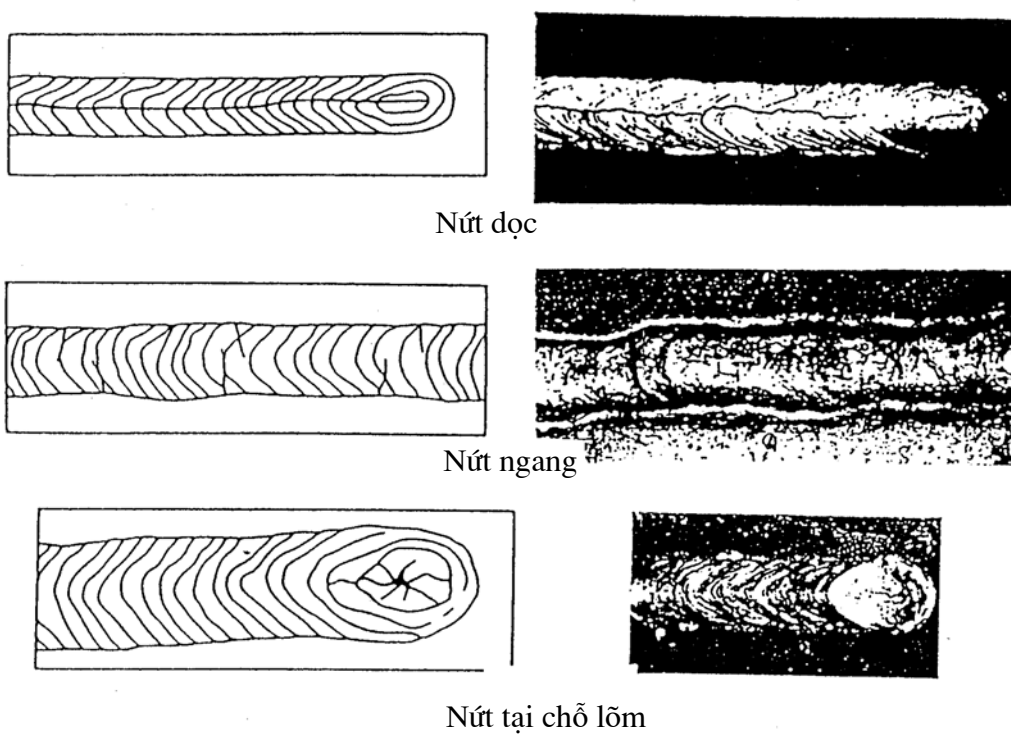
Nhà thiết kế và các kỹ sư trong quá trình thiết kế & thi công cố gắng tránh thực hiện công việc hàn ở những nơi không gian hẹp hoặc ở trên cao, căn cứ trên việc xem xét sự an toàn, chất lượng và hiệu suất công việc.

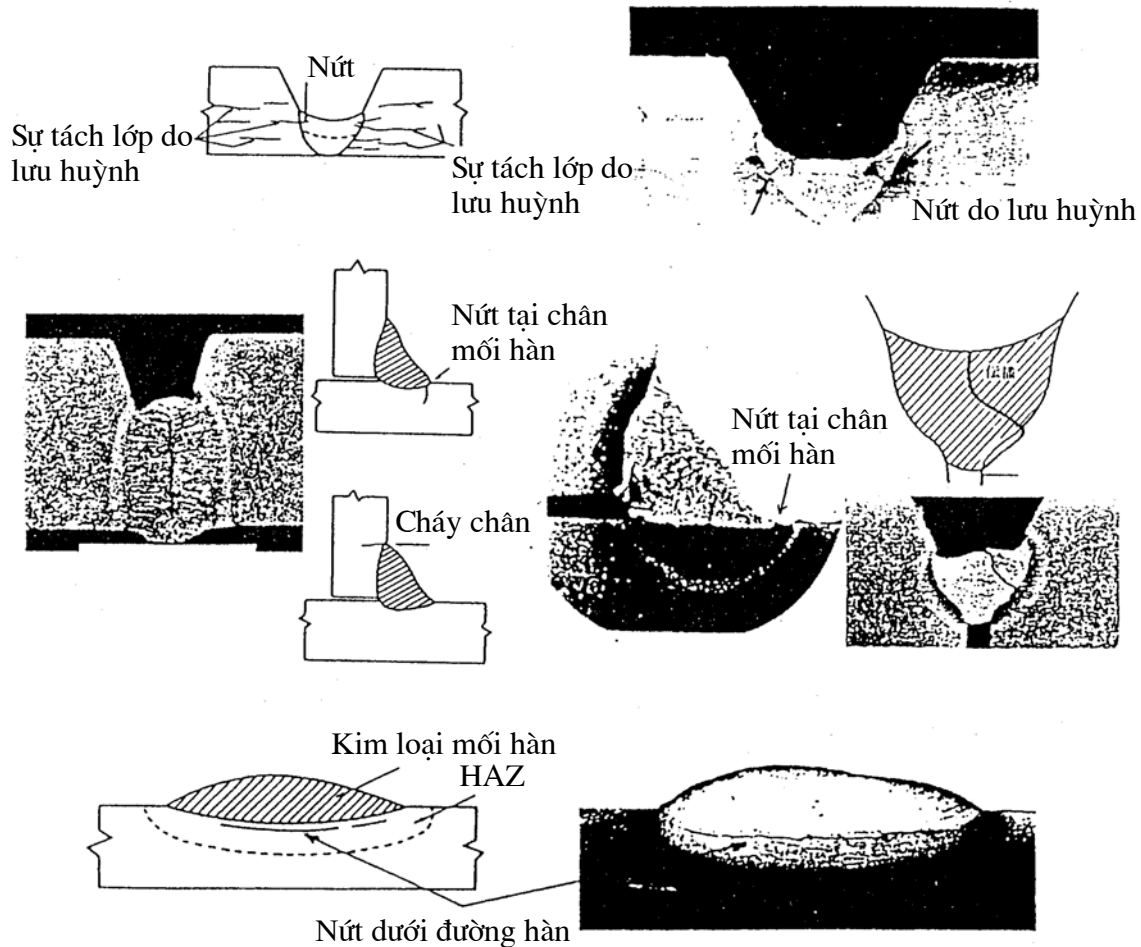
3.5 Ngăn ngừa các khuyết tật hàn và phương pháp sửa chữa**3.5.1 Các khuyết tật hàn và sự ảnh hưởng của các khuyết tật đó**

Các hình vẽ và khuyết tật hàn được minh họa dưới đây:



Hình 9.27 Các khuyết tật hàn





Các khuyết tật hàn có thể phải được loại bỏ bằng phương pháp sửa chữa, nhưng việc sửa chữa các khuyết tật nhỏ đôi khi lại không có hiệu quả hoặc lại gây nguy hại cho kết cấu.

Công việc sửa chữa thường được thực hiện bằng cách tẩy mối hàn ra sau đó hàn cục bộ lại vị trí có khuyết tật đã được tẩy ra. Do thực hiện việc sửa chữa nên làm xuất hiện một ứng suất dư nào đó bị bổ xung thêm vào trong mối hàn. Nói chung, việc sửa chữa mối hàn nhiều lần sẽ làm giảm độ bền và độ dai va đập với vết khía của mối hàn.

Người kỹ sư phụ trách hàn quyết định vị trí nào phải sửa và cách sửa như thế nào, và phải truyền đạt điều này cho công nhân đồng thời chứng kiến công việc sửa chữa nếu có thể, và nếu có bất kỳ thay đổi gì xảy ra người kỹ sư phải đưa ra các chỉ dẫn chuẩn xác cho công việc sửa chữa.

3.5.2 Ngăn ngừa các khuyết tật hàn

(1) Lỗ khí, rỗ khí, v.v...

Khí bị kẹt trong kim loại đắp gây ra các khuyết tật này, do đó để ngăn ngừa khuyết tật này phải giảm tối thiểu lượng khí trong kim loại nóng chảy. Để ngăn ngừa các khuyết tật này, phải thực hiện các biện pháp sau:

- Làm sạch bụi, gỉ sắt, ẩm ướt, dầu mỡ và sơn.
- Sử dụng que hàn hoặc thuốc hàn đã sấy khô.
- Giữ chiều dài hồ quang ngắn và duy trì đúng thao tác khi hàn.

- d) Không sử dụng dòng hàn quá cao.
- e) Phải thực hiện việc chắn gió, nếu cần thiết.

(2) Ngâm xỉ

Xỉ bị kẹt trong kim loại mối hàn hoặc giữa các lớp hàn do tay nghề thợ hàn kém hoặc do không làm sạch rãnh hàn. Do vậy để ngăn ngừa khuyết tật này, phải thực hiện các biện pháp sau:

- a) Làm sạch hoàn toàn xỉ hàn trước khi hàn lớp sau.
- b) Nếu lớp hàn trước tạo rãnh hình chữ V tại đáy rãnh hàn, thì phải mài để tạo hình dạng chữ U.
- c) Thợ hàn phải thực hiện các thao tác hàn thích hợp và đều.

(3) Hàn không ngấu và hàn không thấu

Hàn không ngấu và hàn không thấu do nhiệt lượng giáng lên mối hàn không đủ hoặc do thao tác hàn kém, cạnh của rãnh hàn hoặc khe hở hàn không nóng chảy với nhau.

Để ngăn ngừa hàn không ngấu và hàn không thấu ta có một số biện pháp sau:

- a) Nhiệt lượng giáng lên mối hàn phải đủ, phải duy trì dòng hàn và tốc độ hàn thích hợp.
- b) Nếu góc của rãnh hàn quá hẹp, phải tiến hành mài sửa chữa phù hợp với qui trình hàn đã duyệt.
- c) Thợ hàn phải có thao tác thích hợp và đều.
- d) Đối với hàn tự động, phải duy trì vị trí hồ quang tốt trong rãnh hàn.

(4) Cháy chân

Để ngăn ngừa cháy chân xảy ra phải chú ý các biện pháp sau:

- a) Tránh hàn với dòng hàn quá cao.
- b) Phải thực hiện các thao tác hàn đúng và đều.

(5) Nứt nguội

Nứt nguội xảy ra tại nhiệt độ dưới 300°C, như đã đề cập ở phần trước. Để ngăn ngừa nứt nguội xảy ra phải chú ý các biện pháp sau:

- a) Phải sử dụng thép tấm có hàm lượng carbon tương đương (Ceq) và độ cảm nhận nứt nguội (Pcm) thấp.
- b) Gia nhiệt có tác dụng làm giảm độ cứng lớn nhất tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) và làm giảm sự khuếch tán hydro vào trong kim loại mối hàn.
- c) Sấy khô các vật liệu hàn và làm sạch rãnh hàn sẽ làm giảm tối thiểu lượng hydro khuếch tán vào trong kim loại mối hàn. Sử dụng que hàn có hàm lượng hydro thấp sẽ có hiệu quả ngăn ngừa khuyết tật này.
- d) Hydro khuếch tán trong kim loại mối hàn có thể giảm nhờ sử dụng phương pháp xử lý nhiệt.
- e) Thực hiện trình tự hàn thích hợp làm giảm sức căng của mối hàn.

(6) Nứt nóng

Để ngăn ngừa nứt nóng xảy ra phải chú ý các biện pháp sau:

- a) Phải giảm tối thiểu sự lẫn tạp chất trong thép tấm và vật liệu hàn.

- b) Đối với hàn tự động, phải lựa chọn điều kiện hàn để ngăn ngừa đường hàn có mặt cắt dạng quả lê.

3.5.2 Loại bỏ các khuyết tật và phương pháp sửa chữa

Đối với kỹ sư chịu trách nhiệm về hàn, kinh nghiệm thực tế và sự hiểu biết trong công tác sửa chữa là rất quan trọng. Các khuyết tật nhỏ trên bề mặt phải được tẩy sạch bằng phương pháp mài nhẵn để tránh có ứng suất dư bổ xung vào mối hàn khi thực hiện việc sửa chữa.

Thông thường việc hàn sửa chữa được thực hiện cục bộ dưới các điều kiện có sức căng lớn, do vậy hàn sửa chữa thường yêu cầu sự thận trọng, kinh nghiệm và kỹ năng nhiều hơn công việc hàn bình thường.

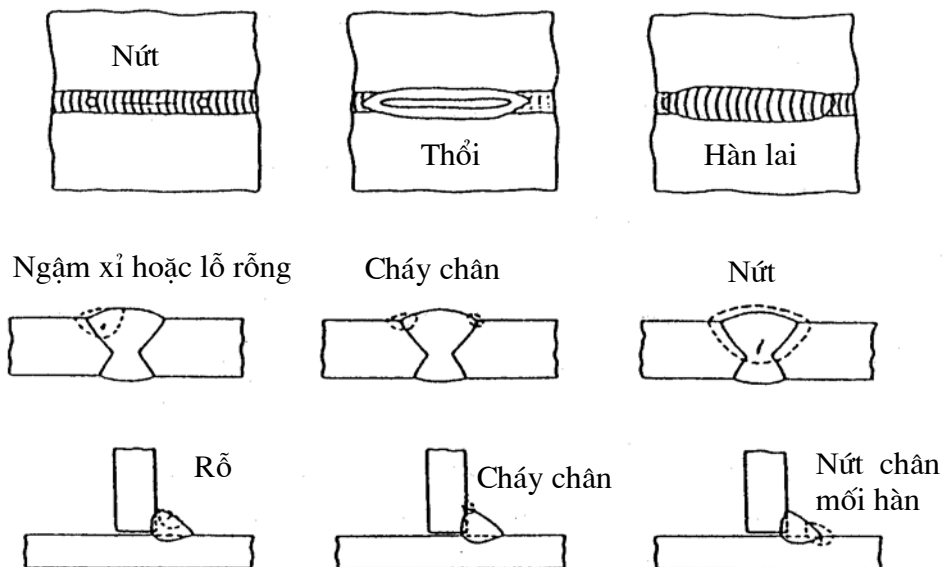
(1) Tẩy khuyết tật

Loại khuyết tật và vị trí của khuyết tật được xác định bởi việc kiểm tra trực quan hoặc kiểm tra không phá hủy. Khuyết tật được tẩy bằng phương pháp mài, đục dùng khí nén hoặc thổi hồ quang carbon. Một khuyết tật, trước hết phải được kiểm tra bằng trực quan, nếu cần thiết phải thực hiện phương pháp kiểm tra không phá hủy.

Khi thực hiện việc sửa chữa các vết nứt thực hiện dưới điều kiện có sức căng lớn, trước khi tẩy vết nứt phải khoan các lỗ nhỏ chặn hai đầu vết nứt để ngăn ngừa sự mở rộng vết nứt.

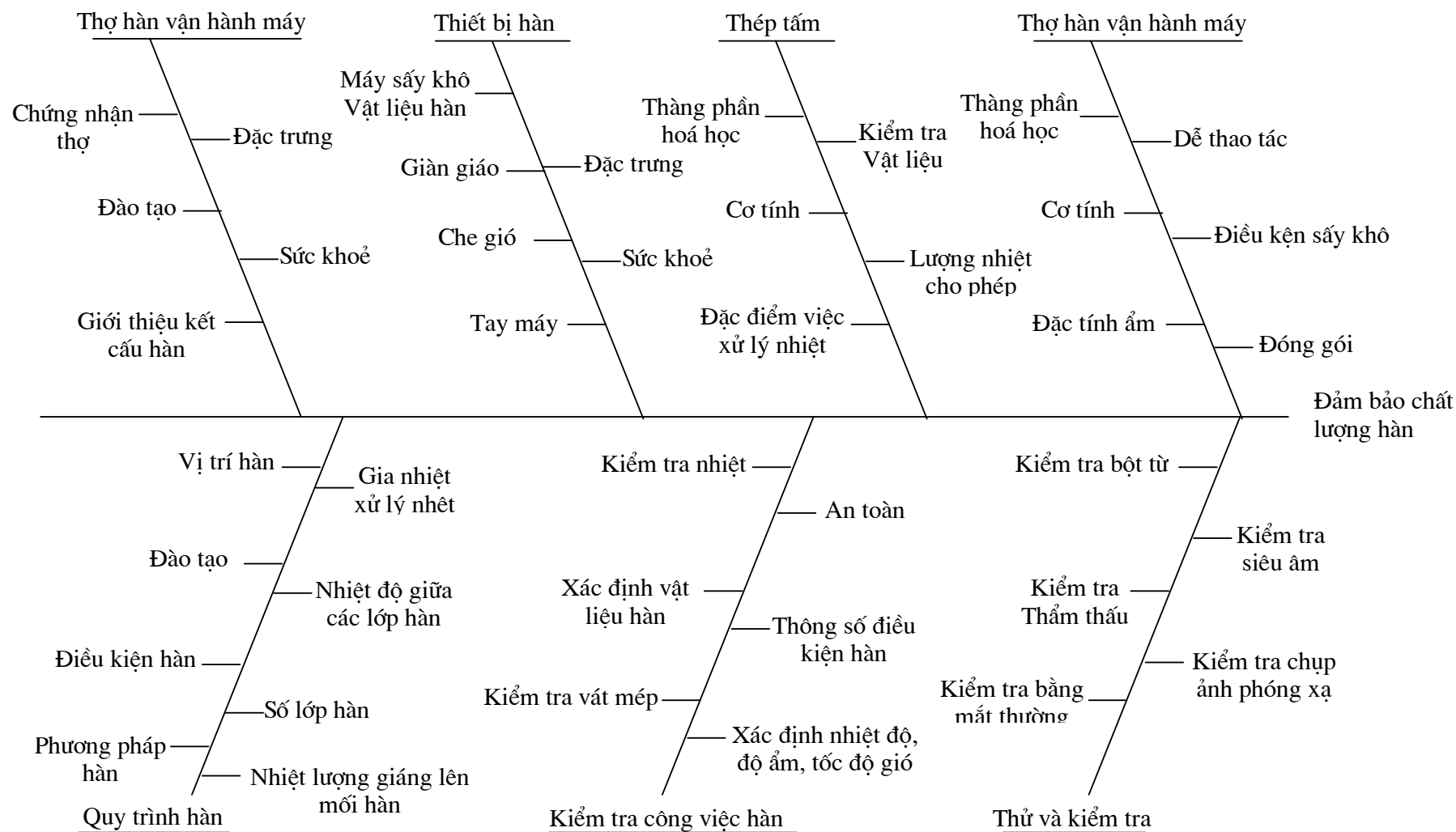
(2) Hàn sửa chữa

Toàn bộ công việc hàn sửa chữa được thực hiện dưới các điều kiện có sức căng lớn hơn so với khi hàn mối hàn ban đầu. Do vậy sử dụng que hàn loại hydro thấp đã được sấy khô và gia nhiệt với nhiệt độ gia nhiệt cao hơn nhiệt độ gia nhiệt thông thường khoảng 20-30°C.



(3) Kiểm tra

Kiểm tra trực quan và nếu cần thiết phải thực hiện việc kiểm tra không phá hủy. Nếu việc sửa chữa là khuyết nguy hiểm (có lực căng lớn, thép cường độ cao, thời tiết lạnh, kết cấu quan trọng, v.v ...), thì sau khi hàn khoảng 24 đến 28 giờ nên thực hiện một cuộc kiểm tra, do nứt nguội thường xảy ra không chỉ trong quá trình hàn mà cũng xảy ra sau khi hàn sửa chữa 24 đến 28 giờ. Điều này được gọi là “sự nứt trễ do hydro”.

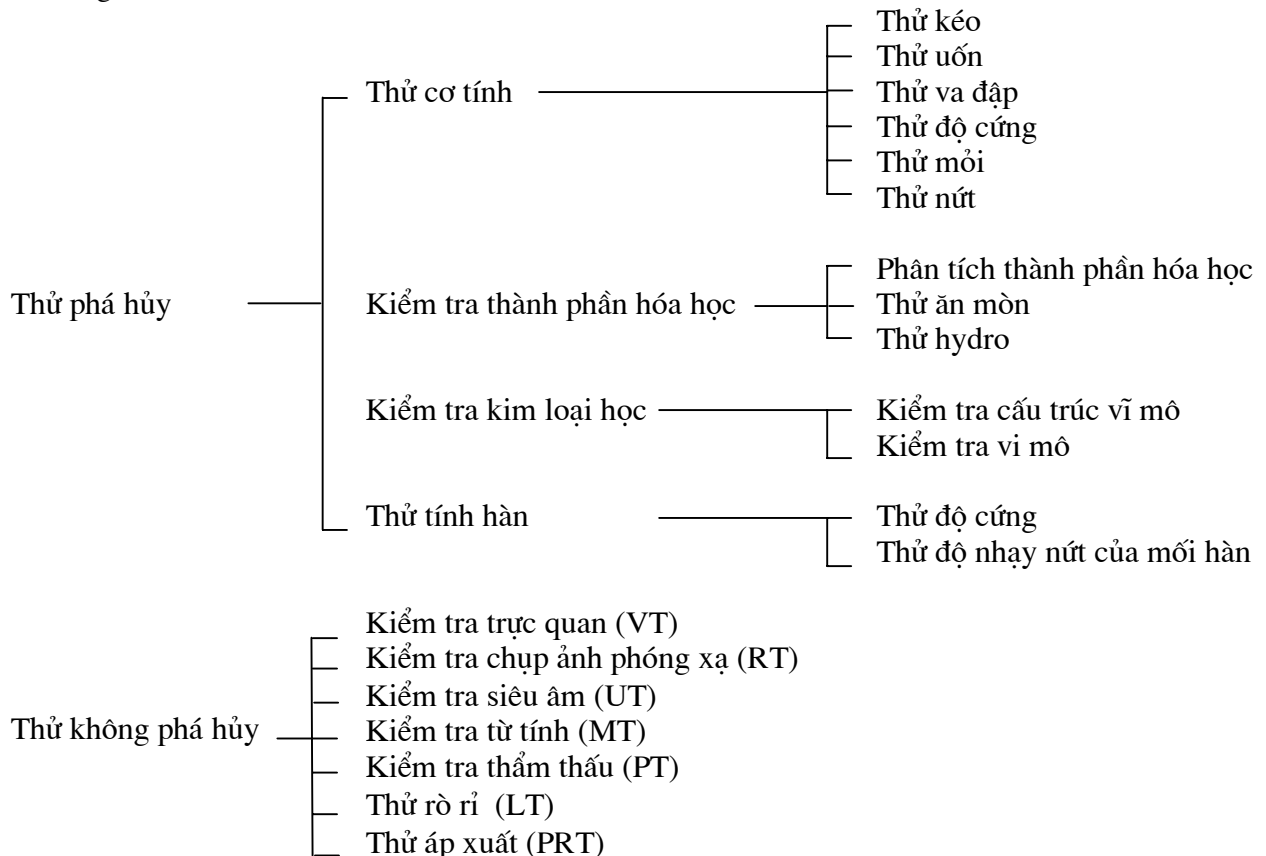


Hình 3.1 Sơ đồ “Nguyên nhân và ảnh hưởng” đảm bảo chất lượng hàn

CHƯƠNG 4 KIỂM TRA VÀ THỬ NGHIỆM MỐI HÀN

4.1 Các phương pháp kiểm tra và thử nghiệm

Các phương pháp kiểm tra và thử nghiệm sau được sử dụng để kiểm soát chất lượng hàn trong đóng tàu:



Tất cả các khuyết tật trên bề mặt mối hàn có thể được kiểm tra trực quan, nhưng các khuyết tật bên trong và các vết nứt rất nhỏ trên bề mặt không thể tìm thấy nếu không thực hiện các phương pháp kiểm tra không phá hủy. Mỗi phương pháp kiểm tra không phá hủy có các điểm mạnh yếu riêng, do vậy phải hiểu rõ các đặc tính của mỗi phương pháp.

4.2 Thử và kiểm tra trong công việc thực tế

(1) Thử và kiểm tra trước khi hàn

- Kiểm tra và chứng nhận tay nghề thợ hàn: Theo qui phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép - Phần 6 Hàn.
- Thử qui trình hàn: Theo qui phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép - Phần 6 Hàn.
- Ký hiệu nhận dạng các tấm vật liệu: đóng dấu lên các tấm vật liệu.
- Kiểm tra việc cắt tấm vật liệu: qui cách, hình dạng và góc vát mép.
- Kiểm tra mối hàn: khe hở chân mối hàn, góc vát mép, độ thẳng hàng.

(2) Thử và kiểm tra trong khi hàn

- Kiểm tra rãnh hàn.
- Kiểm tra gia nhiệt trước khi hàn.

- c) Kiểm tra mối hàn đỉnh.
 - d) Kiểm tra bề mặt của mỗi lớp hàn.
 - e) Kiểm tra rãnh hàn được thổi hồ quang.
- (3) Thử và kiểm tra sau khi hàn
- a) Thợ hàn, đốc công, thanh tra hàn phải thực hiện kiểm tra trực quan toàn bộ chiều dài đường hàn.
 - b) Kiểm tra không phá hủy: Kế hoạch kiểm tra không phá hủy (NDT) phải được chuẩn bị sẵn sàng trước, phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật và phải thảo luận với Đăng kiểm viên. Kết quả kiểm tra NDT phải được đệ trình cho Đăng kiểm viên xem xét.

4.3 Kiểm tra trực quan (VT)

Kiểm tra trực quan có thể phải được thực hiện nhanh bởi người thợ hàn, đốc công, kỹ sư phụ trách công việc kiểm tra hàn, hoặc các thanh tra hàn, với việc sử dụng các dụng cụ đơn giản tại mọi giai đoạn trong quá trình hàn. Đây chỉ là phương pháp mà toàn bộ chiều dài mối hàn của tàu có thể được kiểm tra. Kiểm tra trực quan được coi là một trong các phương pháp kiểm tra quan trọng nhất, bởi vì điều kiện bề mặt của đường hàn có ảnh hưởng rất lớn độ bền mỏi của một con tàu. Thêm vào đó, việc kiểm tra trực quan cho ta biết kỹ năng của người thợ hàn, các lỗi xảy ra khi hàn, v.v ...

Các hạng mục kiểm tra bao gồm:

- a) Kích thước chân mối hàn (đối với mối hàn góc).
- b) Kiểm tra cháy chân và chồm phủ.
- c) Rỗ hoặc lỗ rỗng.
- d) Nứt trên bề mặt đường hàn.
- e) Kiểm tra phân gia cường của mối hàn.
- f) Kiểm tra biên dạng không đều của bề mặt đường hàn.
- g) Kiểm tra sự không đều của bề rộng đường hàn.
- h) Kiểm tra chiều dài hiệu dụng của mối hàn gián đoạn.

4.4 Kiểm tra chụp ảnh phóng xạ (RT)

- (1) Yêu cầu chung đối với chụp ảnh phóng xạ

- a) Độ nhạy của phim

Trên phim chụp, độ nhạy biểu thị chất lượng hình ảnh sẽ không được lớn hơn giá trị được đưa ra trong **Bảng 4.2**.

Đường kính dây nhỏ nhất (*mm*) của IQI nhìn thấy trong vùng kiểm tra

Độ nhạy (IQI) = $\frac{\text{Đường kính dây nhỏ nhất (mm)}}{\text{Chiều dày phần kiểm tra (mm)}}$

Bảng 4.2

Chất lượng hình ảnh	Chiều dày mối hàn (<i>mm</i>)	Độ nhạy IQI (%)
Loại bình thường	-	≤ 2
Loại đặc biệt	≤ 100	$\leq 1,5$
	> 100	$\leq 1,3$

b) Độ đen phim

Độ đen của phim phải nằm trong phạm vi chỉ ra trong **Bảng 4.3**.

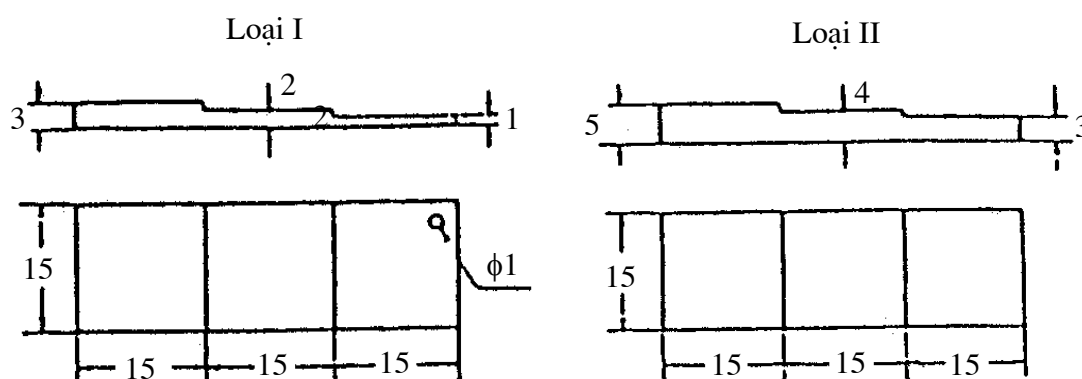
Bảng 4.3 Độ đen của phim

Chiều dày phần kiểm tra t (mm)	Phạm vi độ đen của phim (Δ)
≤ 50	$1,0 \leq \Delta \leq 3,5$
$50 < t \leq 100$	$1,5 \leq \Delta \leq 3,5$
> 100	$2,0 \leq \Delta \leq 3,5$

c) Độ tương phản

Độ tương phản phải được kiểm tra để xem xét điều kiện chụp ảnh phóng xạ đối với mối hàn giáp mép của các tấm phẳng có chiều dày nhỏ hơn 20 mm.

Sự khác biệt về độ đen được xác định bởi tương phản kế sẽ được mô tả trong JIS.



Hình 4.3 Tương phản kế

(2) Phân loại khuyết tật

Các khuyết tật được phân thành 3 loại như sau:

Bảng 4.4 Phân loại khuyết tật

Phân loại khuyết tật		Dạng khuyết tật
Loại 1		Rỗ, lỗ khí và các khuyết tật tương tự
Loại 2	A	Không ngẫu, ngậm xỉ dài và các khuyết tật tương tự
	B	Không thấu
Loại 3		Nứt và các khuyết tật tương tự

Các khuyết tật như cháy chân không được tính đến vì chúng có thể được kiểm tra bằng phương pháp khác.

(3) Tiêu chuẩn chấp nhận

a) Khuyết tật loại 1

- Kích thước của khuyết tật loại 1 được biểu thị bằng chiều dài trục của khuyết tật. Vùng kiểm tra quy định trong **Bảng 4.5** phải được lựa chọn từ phim chụp sao cho kích thước lớn nhất của khuyết tật và tổng các kích thước của khuyết tật là lớn nhất.
- Nếu khoảng cách giữa các khuyết tật cạnh nhau không lớn hơn kích thước của khuyết tật lớn nhất, thì kích thước của tất cả các khuyết tật bao gồm cả khoảng cách giữa các khuyết tật phải được coi là kích thước của khuyết tật.

- Khuyết tật loại 1 không được chấp nhận, nếu kích thước của các khuyết tật vượt quá giá trị chấp nhận qui định trong **Bảng 4.5**.

b) Khuyết tật loại 2

- Kích thước của khuyết tật loại 1 được biểu thị bằng chiều dài của khuyết tật. Nếu khuyết tật loại 2 tồn tại cùng với các khuyết tật khác cùng loại, thì kích thước của khuyết tật được tính như sau:

+ Đối với khuyết tật loại 2-A như không ngẫu, ngậm xỉ dài cùng tồn tại với các khuyết tật khác, thì tất cả các khuyết tật được coi như là cùng một dạng khuyết tật.

+ Nếu các khuyết tật loại 2-A và khuyết tật loại 2-B cùng tồn tại, thì tất cả các khuyết tật được coi như là khuyết tật loại 2-B. Trong trường hợp này, kích thước của các khuyết tật là tổng kích thước của các khuyết tật loại 2-B và một nửa kích thước của các khuyết tật loại 2-A.

- Nếu các khuyết tật cùng nằm trên một đường thẳng và khoảng cách giữa các khuyết tật cạnh nhau không lớn hơn chiều dài của khuyết tật lớn nhất, thì kích thước của tất cả khuyết tật bao gồm cả khoảng cách giữa các khuyết tật phải được coi là chiều dài của khuyết tật.
- Khuyết tật loại 2 không được chấp nhận, nếu chiều dài khuyết tật vượt quá các giá trị chấp nhận qui định trong **Bảng 4.6**.

c) Khuyết tật loại 3

Khuyết tật loại 3 được coi là không chấp nhận.

d) Trường hợp khuyết tật loại 1 và khuyết tật loại 2 cùng tồn tại

Nếu 2 hoặc nhiều khuyết tật cùng tồn tại, thì các khuyết tật được coi là không chấp nhận nếu kích thước các khuyết tật của mỗi loại khuyết tật lớn hơn một nửa các kích thước qui định trong **Bảng 4.5** và **Bảng 4.6**.

Bảng 4.5 Khuyết tật loại 1

	Chiều dày kim loại cơ bản (mm)	≤ 10	$10 < t \leq 25$	$25 < t \leq 50$	$50 < t \leq 100$
	Phạm vi kiểm tra	10 mm x 10 mm		10 mm x 20 mm	
Kích thước khuyết tật	Kích thước khuyết tật lớn nhất (mm)	5	5	1/5	10
	Tổng các kích thước của khuyết ⁽¹⁾ (mm)	5	1/2	t/2	25

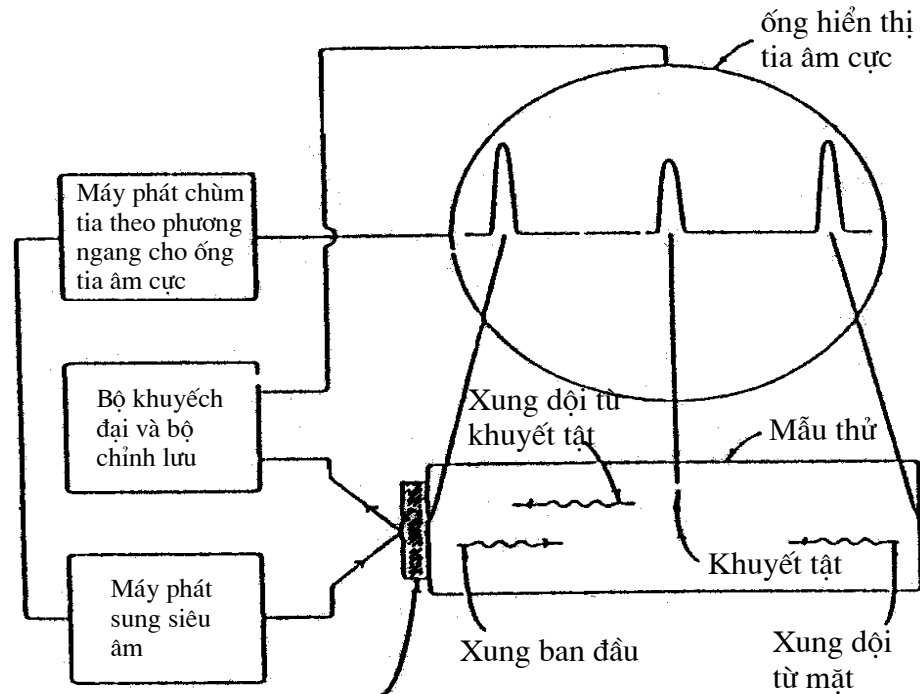
Bảng 4.6 Khuyết tật loại 2

	Chiều dày kim loại cơ bản (mm)	≤ 50	$50 < t \leq 100$	$t \leq 50$	$50 < t \leq 100$
	Phân loại khuyết tật	Khuyết tật loại 2-A		Khuyết tật loại 2-B	
Kích thước khuyết tật	Kích thước khuyết tật lớn nhất (mm)	t/2	25	t/2	25
	Tổng các kích thước của khuyết ⁽¹⁾ (mm)	2t	100	t	50

4.5 Kiểm tra siêu âm (UT)

Kiểm tra siêu âm phải phù hợp với tiêu chuẩn JIS Z3060(1994) hoặc các tiêu chuẩn tương đương.

(1) Nguyên lý:



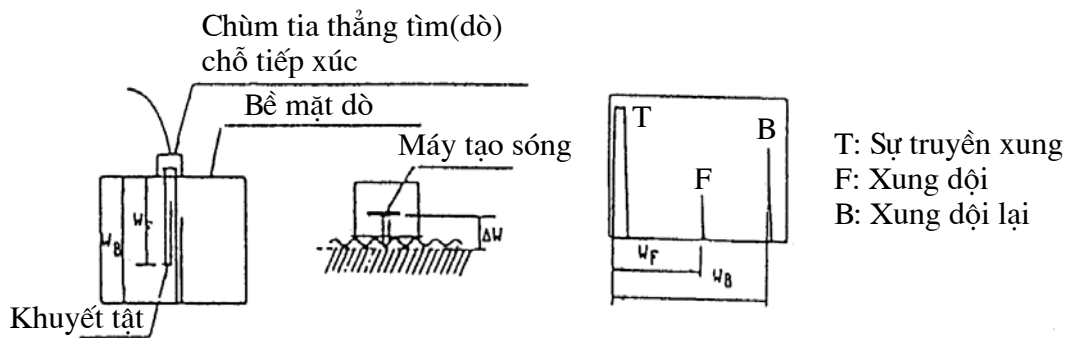
Hình 4.4 Sơ đồ hệ thống dò khuyết tật bằng siêu âm

Sóng siêu âm truyền trực tiếp vào trong vật liệu kiểm tra, bị lệch hướng tại vị trí có khuyết tật và trở về đầu dò. Đầu dò khuyết tật sẽ phân tích xung khuyết tật này và vị trí hình dạng khuyết tật, v.v... khuyết tật có thể dự đoán được.

Một khuyết tật có bề mặt phẳng vuông góc với hướng của tia siêu âm tạo ra phản xạ tốt. Mặt khác một khuyết tật có dạng hình cùn chỉ tạo phản xạ yếu. Điều này lý giải tại sao các khuyết tật dễ được phát hiện ra nhờ sử dụng phương pháp kiểm tra siêu âm và rõ khó phát hiện được. Mức độ phản xạ và sự phân tán (tán xạ) của sóng siêu âm tại vị trí khuyết tật phụ thuộc vào điều kiện bề mặt (hình dạng của khuyết tật), kích thước và chiều dài sóng siêu âm sử dụng.

a) Kỹ thuật chùm tia thẳng

Một đầu dò thẳng chuyển sóng dọc vuông góc với bề mặt vật liệu

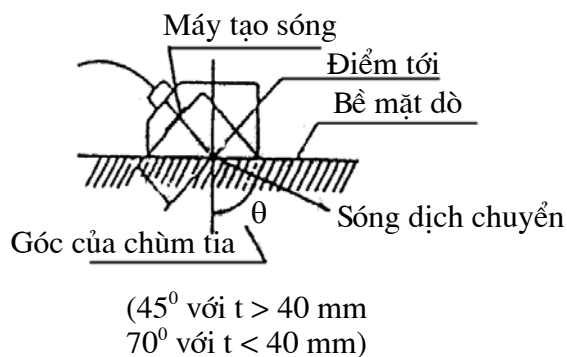


Hình 4.5 Kỹ thuật chùm tia thẳng

Glycerin hoặc hồ bột được bôi lên bề mặt của vật để cải thiện chùm tia tới của sóng siêu âm.

b) Kỹ thuật tia góc

Một đầu dò góc truyền sóng ngang vào vật kiểm tra

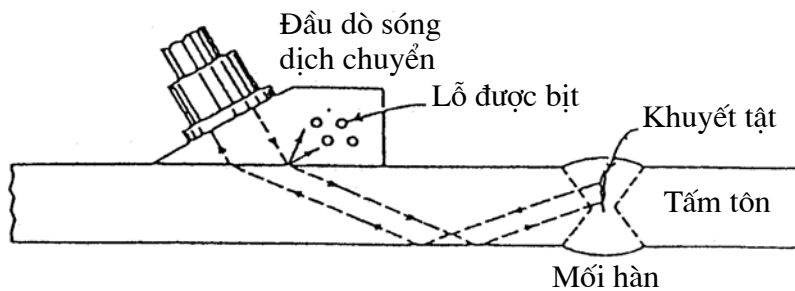
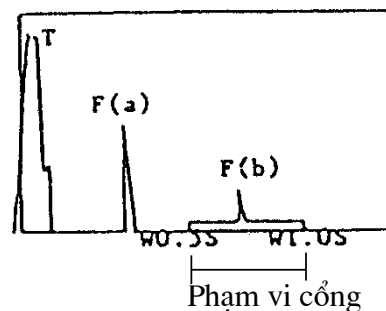
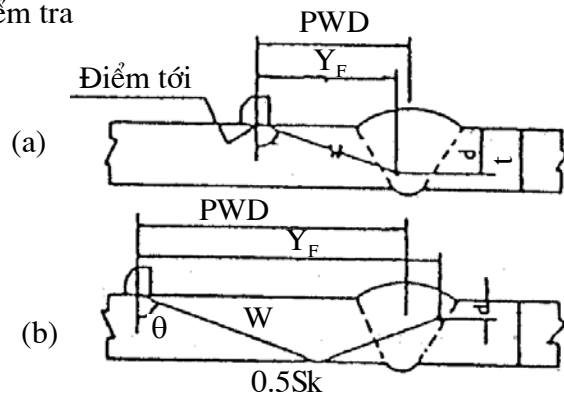


(a) Phương pháp phản xạ trực tiếp

$$Y_F = W \sin \theta \quad d = W \cos \theta$$

(b) Phương pháp phản xạ đơn

$$Y_F = W \sin \theta \quad d = 2t - W \cos \theta$$



Hình 4.6 Kỹ thuật chùm tia góc

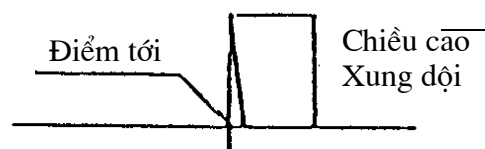
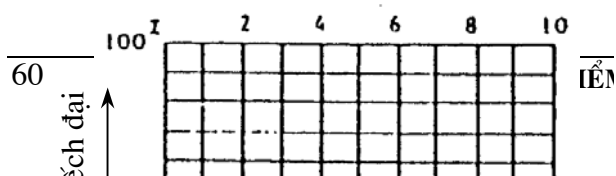
Đầu dò góc được sử dụng để dò các khuyết tật trong mối hàn giáp mối

Các lỗ được bịt bằng vật liệu hấp thụ âm thanh được đặt trong các nêm nhằm mục đích hấp thụ các tia phản xạ bên trong không mong muốn từ bề mặt tiếp giáp giữa đầu dò và vật kiểm tra.

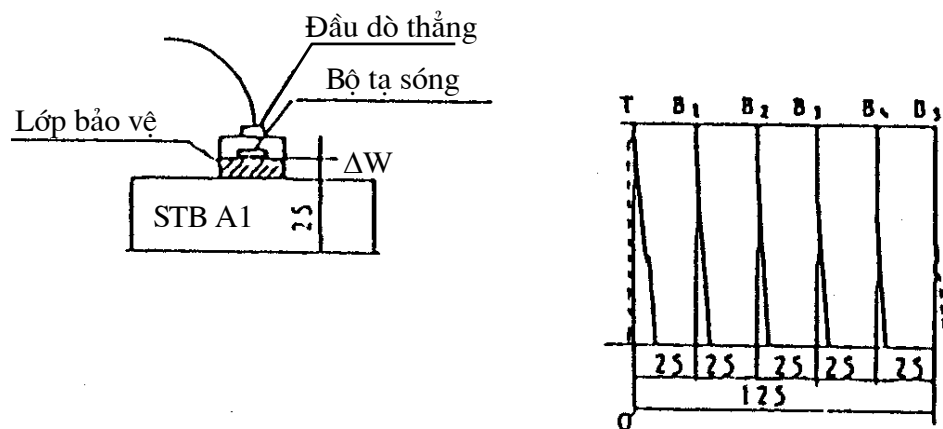
(2) Hiệu chỉnh các đầu dò khuyết tật siêu âm và chuẩn bị cho việc kiểm tra

(a) Hiệu chỉnh thời gian góc hoặc hiệu chỉnh điểm 0/ Điều chỉnh thời gian góc

Màn hình hiển thị ống tia âm cực



Trục thời gian gốc đại diện chùm tia qua một phạm vi mà có thể hiển thị được khoảng cách chùm tia qua đó, thang chia trên trục thời gian gốc là tương ứng, phạm vi thông số là 50, 125, 250, 1000 mm



Trong trường hợp phạm vi kiểm tra là 125 mm, nếu toàn bộ chiều dài thang đo của trục thời gian cơ bản trùng với điểm tới của xung dội thứ 5, điểm 0 của trục thời gian cơ bản biểu thị cho bề mặt dò vật.

c) Chuẩn bị đường cong để chia chiều cao xung dội và xem xét việc phân chia khu vực

Chiều cao xung dội giảm khi chùm tia qua tăng lên. Để đánh giá một khuyết tật chiều cao xung phải thay đổi để chùm tia qua như đã yêu cầu

Đặt đầu dò tại vị trí như chỉ ra trên hình (0.5S, 1S, 1.5S, □) và vẽ vị trí chiều cao của xung dội lớn nhất của mỗi đầu dò trên tám thang đo.

Nối các điểm này lại và xem nó như là một đường cong cho sự phân chia chiều cao xung dội. Không nhỏ hơn 3 đường cong phân chia chiều cao xung dội với sự khác nhau 6 dB chiều cao từ đường cong này để phân chia chiều cao xung dội sẽ được chuẩn bị.

(3) Phân cấp kết quả kiểm tra

Việc phân cấp kết quả kiểm tra sẽ được tiến hành phù hợp với bảng sau. Khi cấp của cùng một khuyết tật đã được thực hiện từ 2 hướng thì cấp thấp hơn sẽ được lựa chọn

Bảng 4.7 Sự phân loại các khuyết tật dựa trên các vùng của chiều cao xung dội khuyết tật và chiều cao khuyết tật

Vùng Chiều dày tấm (mm) Cấp của vật liệu	Nếu sử dụng mức dò M:III Nếu sử dụng mức dò M:II & III			IV		
	$t \leq 18$	$18 \leq t \leq 60$	$t > 60$	$t \leq 18$	$18 \leq t \leq 60$	$t > 60$
Cấp 1	Lớn nhất 6 mm	Lớn nhất $t/3$	Lớn nhất 20 mm	Lớn nhất 4 mm	Lớn nhất $t/4$	Lớn nhất 15 mm
Cấp 2	Lớn nhất 9 mm	Lớn nhất $t/2$	Lớn nhất 30 mm	Lớn nhất 6 mm	Lớn nhất $t/3$	Lớn nhất 20 mm
Cấp 3	Lớn nhất 18 mm	Lớn nhất t	Lớn nhất 60 mm	Lớn nhất 9 mm	Lớn nhất $t/2$	Lớn nhất 30 mm
Cấp 4	Các khuyết tật vượt quá cấp 3					

Ghi chú: Ký hiệu t là chiều dày của kim loại cơ bản (mm). Tuy nhiên đối với mỗi hàn giáp mối với chiều dày 2 tấm kim loại khác nhau, chiều dày của tấm mỏng hơn sẽ được chọn.

(4) Tiêu chuẩn chấp nhận

Mỗi qui định hoặc bản ghi các yêu cầu kỹ thuật có tiêu chuẩn chấp nhận của nó.
Trong đóng tàu cơ quan Đăng kiểm tàu có tiêu chuẩn riêng của mình.

4.6 Kiểm tra khuyết tật từ tính hoặc kiểm tra bột từ (MT)

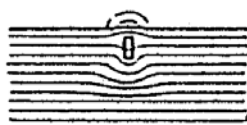
Bột từ lọt vào không khí tại chỗ vị trí khuyết tật trên bề mặt của tấm vật liệu, do đó các hạt từ được phun trên bề mặt tấm và bị hút về phía các khuyết tật mà có thể dễ dàng phát hiện sau đó.

Phương pháp này chỉ được sử dụng đối với các khuyết tật trên bề mặt hoặc rất gần bề mặt JIS G0565 là qui định của phương pháp này.

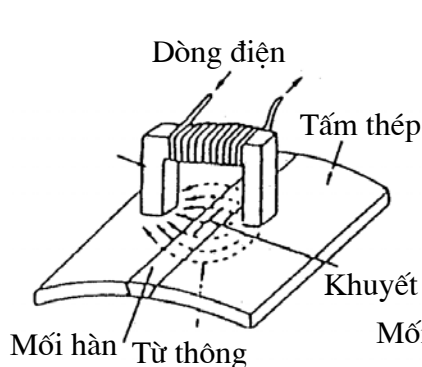
Từ thông dò ra



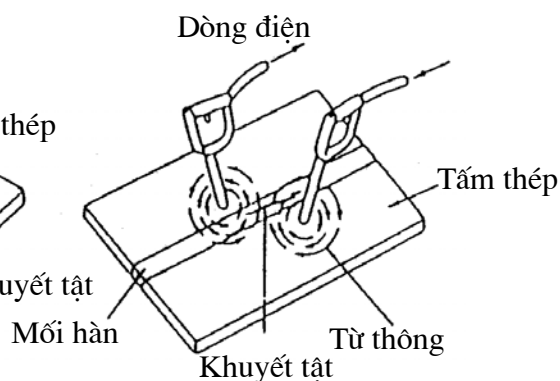
(a) Khuyết tật mở trên bề mặt



(b) Khuyết tật bên trong gần bề mặt



(a) Kiểu cầm tay



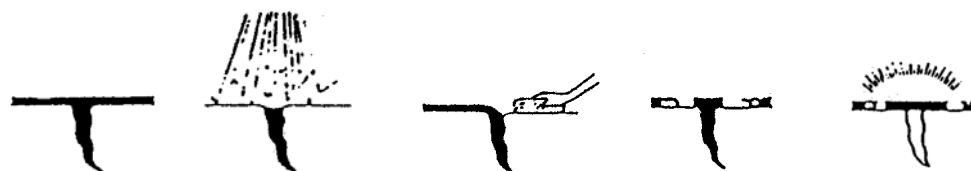
(b) Kiểu cực

Hình 4.8 Kiểm tra khuyết tật bằng từ tính

4.7 Kiểm tra thẩm thấu chất lỏng hoặc kiểm tra thẩm thấu chất màu (PT)

Phương pháp này được áp dụng đối với các khuyết tật mở trên bề mặt vật liệu. Chất nhuộm màu đỏ được phun trên bề mặt vật liệu thẩm thấu vào khe hở của khuyết tật. Sau một khoảng thời gian chất thẩm thấu được lau sạch và chất hiển thị màu trắng được phun lên. Chất thẩm thấu màu đỏ trong các khe hở nhỏ được hiển thị rõ trên nền trắng.

+



(a) Phun chất
thẩm thấu

(b) Làm sạch

(c) Làm sạch

(d) Chất hiển thị

(e) Kiểm tra

PHỤ LỤC I NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ HÀN

1. NHỮNG NGUYÊN LÝ CƠ BẢN VỀ HÀN

1.1 Định nghĩa

Hàn là phương pháp liên kết kim loại lại với nhau mà các phần kim loại phải được lắp ghép đủ gần nhau sử dụng lực hút bên trong nguyên tử của chúng.

Hàn có thể được phân chia thành: phương pháp hàn áp lực, phương pháp hàn nóng chảy và phương pháp hàn đồng (brazing).

(1) Phương pháp hàn áp lực:

Là phương pháp hàn mà kim loại rắn được làm mềm do nhiệt và được ép lại với nhau.

(2) Phương pháp hàn nóng chảy

Là phương pháp hàn mà kim loại được nóng chảy với nhau bởi nhiệt từ khí, hồ quang điện, vv... để làm nóng chảy các nguyên tử.

(3) Phương pháp hàn đồng (Brazing) và hàn vảy (soldering)

Là phương pháp mà hợp kim (với điểm nóng chảy thấp hơn điểm nóng chảy của kim loại cơ bản) được bổ sung vào trong giai đoạn nóng chảy giữa kim loại cơ bản mà sau đó được hàn bởi phương pháp khuếch tán giữa các nguyên tử.

1.2 Lịch sử của công nghệ hàn

Tiền sử của hàn là: Rèn, hàn đồng (được sử dụng làm kiếm và các sản phẩm khác)

1885 Hàn hồ quang carbon

1888 Hàn hồ quang kim loại

1920 Sử dụng kết cấu hàn cho các tàu nhỏ

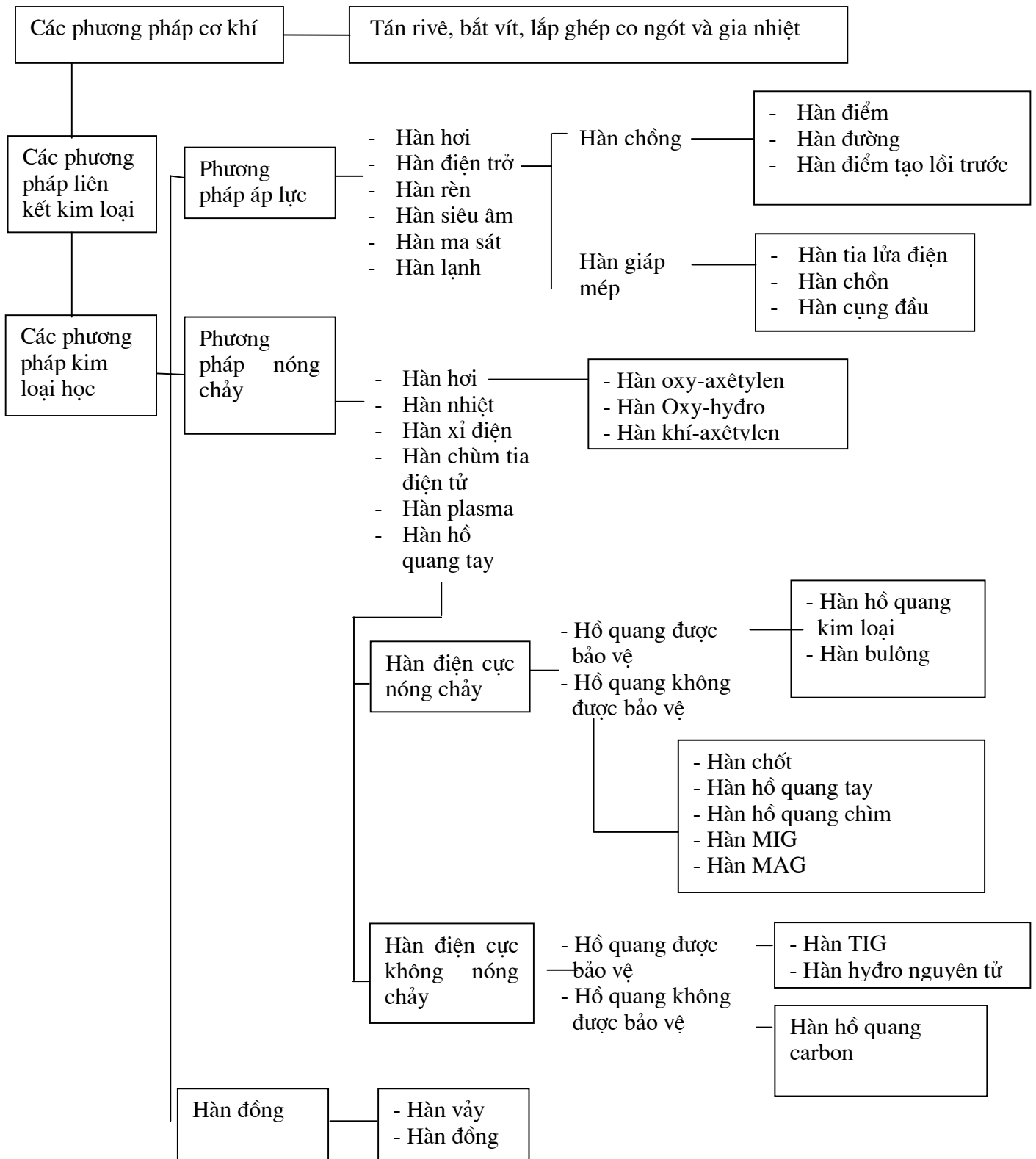
1940 Sản xuất hàng loạt các tàu lớn kết cấu hàn - tàu chở hàng đặc biệt và kết cấu trong Thế chiến thứ II.

- Các vết nứt được phát hiện trên tàu làm cho các chuyên gia hàn và vật liệu nghiên cứu cải tiến và đã đạt được các thành tựu đáng kể về các loại vật liệu thép và vật liệu hàn.
- Đưa vào ứng dụng phương pháp hàn hồ quang dưới lớp thuốc trợ dung (hàn hồ quang chìm) và que hàn với thuốc bọc loại oxít sắt.

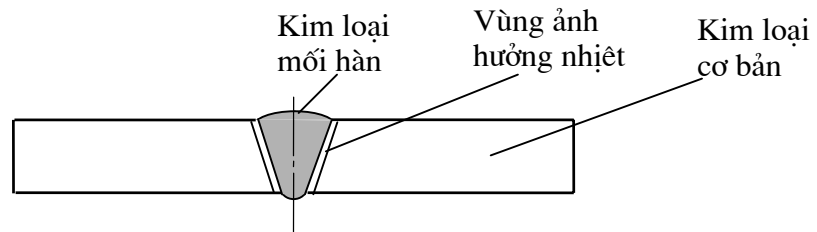
1950 Đóng tàu dùng các kết cấu hàn trở thành phổ biến.

1965 Các phương pháp hàn bán tự động và tự động được phát triển và ứng dụng.

1.3 Phân loại các quá trình hàn



1.4 Đặc tính của liên kết hàn



Hình 1.2 Mặt cắt ngang mối hàn

Hàn là phương pháp liên kết các kim loại rất tốt. Tuy nhiên nó có các điểm ưu điểm và hạn chế so với các phương pháp liên kết khác do có sự tập trung cao của năng lượng được tạo ra trong quá trình hàn dưới đây:

(1) Ưu điểm:

- a) Liên kết đơn giản
- b) Tiết kiệm chi phí
- c) Hiệu suất của liên kết cao (kín nước và kín khí)
- d) Có thể hàn được các tấm dày

(2) Hạn chế

Cần phải có biện pháp hạn chế và loại trừ các vấn đề phát sinh trong quá trình hàn sau:

- a) Sự biến dạng do gia nhiệt và làm nguội cục bộ
- b) Ứng suất dư do gia nhiệt và làm nguội cục bộ
- c) Cấu trúc và/hoặc chất lượng kim loại không đồng đều
- d) Các khuyết tật sinh ra trong mối hàn qua các quá trình hàn

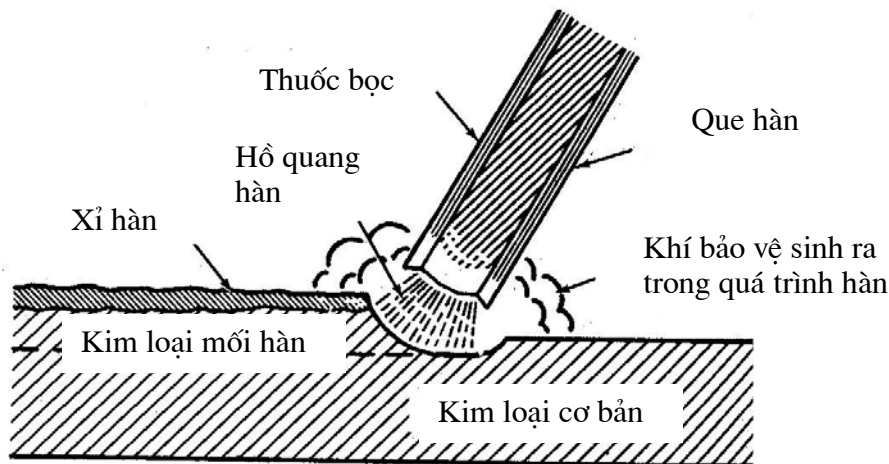
1.5 Khái quát về các phương pháp hàn

1 Hàn hồ quang kim loại với que hàn có thuốc bọc bảo vệ (SMAW)

Hàn hồ quang kim loại với que hàn có thuốc bọc bảo vệ - thường được gọi là hàn hồ quang tay, phương pháp hàn này ra đời sớm nhất, hiện nay nó được phát triển rộng rãi và được sử dụng để hàn cho tất cả các kim loại do chi phí thiết bị thấp và đơn giản.

Nhiệt của hồ quang được tạo ra giữa que hàn (có bọc thuốc) và vật được hàn làm nóng chảy kim loại cơ bản, lõi que hàn và hạt kim loại có trong thuốc bọc que hàn để hình thành nên mối hàn.

Hàn hồ quang kim loại bằng que hàn có thuốc bọc bảo vệ được sử dụng trong các xưởng nhỏ, các xưởng sửa chữa thiết bị, cũng như được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp đóng tàu, lắp đặt các kết cấu thép, v.v ...



Hình 1.3 Hàn hồ quang kim loại với que hàn có thuốc bọc bảo vệ

2 Hàn hồ quang dưới lớp thuốc trợ dung (SAW)

Khi hàn hồ quang dưới lớp thuốc trợ dung, đầu của dây hàn hoặc hồ quang chìm trong thuốc trợ dung và do đó không nhìn thấy hồ quang, hồ quang được bảo vệ bởi thuốc trợ dung được bao phủ toàn bộ mối hàn và được cấp trước hồ quang. Dây hàn được cấp liên tục vào trong hồ quang và vũng nóng chảy của thuốc hàn. Dòng hàn chuyển qua hồ quang và nhiệt của hồ quang làm nóng chảy dây hàn, thuốc trợ dung và một phần của kim loại cơ bản để hình thành nên vũng hàn. Với chiều dày lớp thuốc phù hợp trong khi hàn, nó sẽ bảo vệ cột hồ quang và vũng hàn khỏi sự tác động của môi trường không khí.

Nét khác biệt của phương pháp hàn hồ quang dưới lớp thuốc trợ dung là chất trợ dung có hạt mịn bao phủ toàn bộ vùng hàn ngăn ngừa sự phát xạ của hồ quang, sự bắn tóe của kim loại và khói. Thuốc trợ dung là nhân tố quan trọng để đạt được tốc độ đông đặc và chất lượng cao của phương pháp hàn này. Thêm vào đó, ngoài việc bảo vệ hồ quang thuốc hàn còn tạo ra xỉ để bảo vệ kim loại mối hàn trong quá trình làm nguội, quá trình oxy hóa, cách nhiệt mối hàn để làm giảm tốc độ nguội của mối hàn và giúp hình thành biên dạng của đường hàn.

Các ưu điểm của phương pháp hàn hồ quang chìm là cho năng suất cao do sử dụng dòng hàn cao và đạt được mối hàn có chất lượng với độ dai va đập, độ dẻo tốt và tạo ra mối hàn có hình dạng đồng đều. Do có lớp thuốc bao phủ nó ngăn ngừa sự mất nhiệt, và do vậy nhiệt được tập trung vào trong mối hàn. Trong quá trình hàn không chỉ dây hàn và phần kim loại cơ bản tại rãnh hàn được nóng chảy liên tục mà còn làm nóng chảy sâu vào trong kim loại cơ bản. Sự thấu sâu cho phép sự chuẩn bị rãnh hàn nhỏ, do đó làm giảm tối thiểu lượng dây hàn bổ xung vào trong kim loại mối hàn và làm tăng tốc độ hàn. Khi hàn với tốc độ nhanh, sẽ làm giảm lượng nhiệt lượng giáng lên vật hàn, do vậy sẽ làm giảm tối thiểu các biến dạng do nhiệt gây ra.

Hạn chế của phương pháp này là chi phí thiết bị cao, nó chỉ được ứng dụng cho các mối hàn dài, thẳng và yêu cầu phải có độ chính xác cao trên bề mặt được hàn.

Phương pháp hàn này được sử dụng rộng rãi như chế tạo các dầm thép, các thiết bị áp lực, và đặc biệt trong công nghiệp đóng tàu. Phương pháp hàn này có thể được sử dụng để hàn thép carbon, thép hợp kim thấp, thậm chí cũng có thể sử dụng để hàn thép hợp kim cao, thép đã nhiệt luyện, thép không gỉ và là một quá trình hàn rất hữu ích trong việc hàn đắp và hàn làm biến cứng bề mặt.

Thiết bị cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc trợ dung bao gồm:

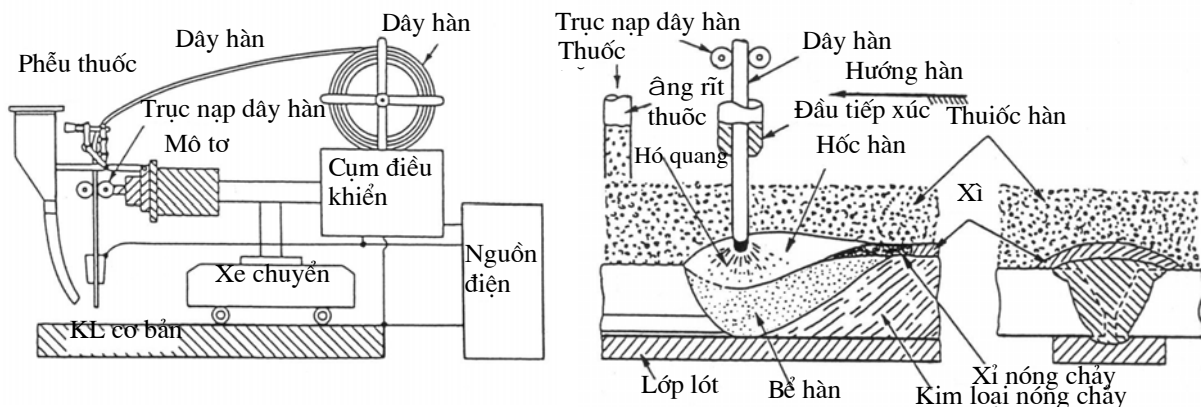
- Đầu hàn

- Nguồn hàn
- Bộ cấp và thu hồi thuốc trợ dung.

Đầu hàn bao gồm: ống lắp dây, hệ thống cấp dây, phiếu đựng thuốc trợ dung, xe đẩy và đầu mỏ hàn.

Hệ thống cấp dây có thể có hai dạng sau: Hệ thống cảm ứng điện áp và hệ thống tốc độ không đổi.

Hàn hồ quang chìm có thể sử dụng cả nguồn một chiều (DC) và nguồn xoay chiều (AC). Do đó biến áp chỉnh lưu hoặc máy biến áp có thể được sử dụng. Yêu cầu chủ yếu của nguồn hàn hồ quang chìm là có thể cung cấp dòng hàn lớn tại chu kỳ cao.



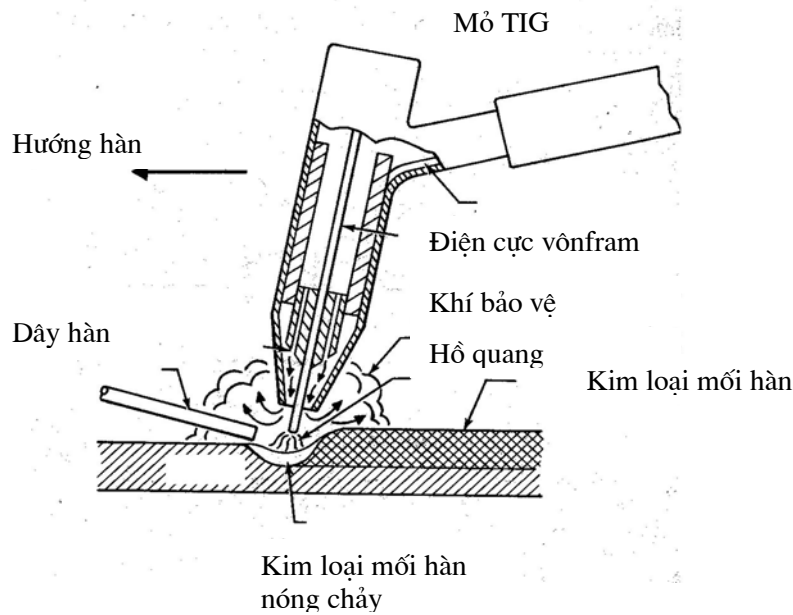
Hình 1.4 Hàn hồ quang chìm (SAW)

3 Hàn hàn hồ quang bằng điện cực vonfram trong môi trường khí trơ (hàn TIG)

Hàn TIG là một quá trình hàn hồ quang mà khí trơ được sử dụng để bảo vệ vùng hàn khỏi không khí. Hồ quang hàn được tạo ra giữa điện cực vonfram và kim loại cơ bản trong môi trường khí trơ bảo vệ (như khí Argon hoặc khí Heli) làm nóng chảy vật hàn. Điện cực vonfram, hồ quang và vũng hàn được bảo vệ bởi khí trơ hoặc sự pha trộn của khí trơ. Dây hàn có thể được bổ xung nếu cần thiết, bằng việc cấp vào trong vũng hàn bằng phương pháp thủ công hoặc tự động.

Ưu điểm của quá trình hàn TIG là tạo ra mối hàn có chất lượng cao, và có thể hàn được ở tất cả các vị trí cho hầu hết các kim loại và hợp kim, thậm chí các kim loại khác nhau cũng có thể hàn được bằng cách sử dụng phương pháp này. Hàn TIG rất phù hợp cho việc hàn các tấm mỏng và hàn lớp lót cho tất cả các vật liệu.

Nhược điểm của phương pháp hàn TIG là hiệu suất công việc thấp và thợ hàn đòi hỏi phải có trình độ cao. Do vậy quá trình hàn này có chi phí cao hơn các quá trình hàn hồ quang khác.



Hình 1.5 Nguyên lý của hàn hàn TIG

4 Hàn MIG (Hàn hồ quang với dây hàn trong môi trường khí trơ)

Hàn MIG là một quá trình hàn của Hàn hồ quang kim loại trong môi trường khí bảo vệ.

Dây hàn được cấp liên tục qua đầu của mỏ hàn trong môi trường khí trơ (như khí argon hoặc hêli) hoặc khí pha trộn để bảo vệ kim loại nóng chảy không bị tác dụng với môi trường không khí.

Nhiệt của hồ quang được tạo ra giữa đầu dây hàn và kim loại cơ bản, nhiệt sinh ra phụ thuộc vào dòng hàn, điện áp hàn, cảm ứng của mạch điện và loại khí bảo vệ. Nhiệt truyền tới kim loại cơ bản làm nóng chảy phần của kim loại cơ bản. Lượng kim loại nóng chảy phụ thuộc vào nhiệt lượng giáng lên trên một đơn vị chiều dài mối hàn, đặc tính của kim loại cơ bản và việc gia nhiệt. Kim loại nóng chảy rơi từ dây hàn và kim loại cơ bản nóng chảy trộn với nhau tạo thành vũng nóng chảy và hình thành nên mối hàn.

Quá trình hàn MIG có thể sử dụng để hàn cho hầu hết tất cả các kim loại như thép cacbon, thép hợp kim, thép không gỉ, hợp kim nhôm, magiê, đồng, titan, kẽm, niken.

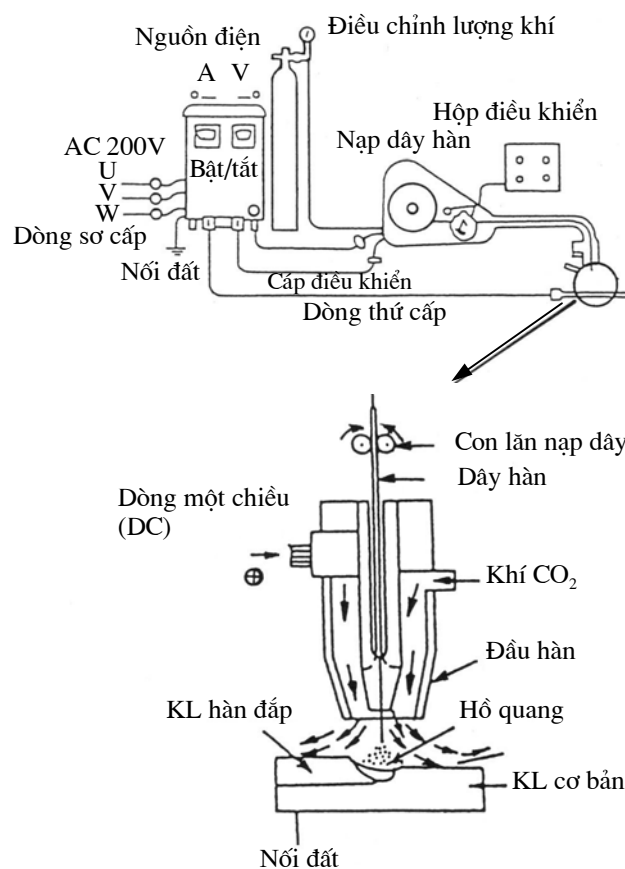
Ưu điểm của quá trình hàn MIG:

- Dễ quan sát vùng hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt trong khi hàn.
- Quá trình hàn được thực hiện một cách liên tục.
- Không phải làm sạch xỉ hàn.
- Tốc độ đông đặc của kim loại cao.
- Không tạo ra khói hàn.
- Chất lượng mối hàn cao.
- Tốc độ hàn cao.
- Giảm sự biến dạng hàn.
- Có thể hàn được ở tất cả các vị trí.

- Quá trình hàn này được sử dụng rất hữu ích khi hàn vật liệu không có sắt, do có thể kiểm soát một cách hiệu quả nhiệt lượng giáng lên mối hàn.

Nhược điểm của quá trình hàn MIG:

- Chi phí thiết bị cao.
- Do có sự bắn tóe kim loại do vậy hiệu suất đóng đặc thấp hơn so với hàn TIG.
- Không tạo xỉ hàn, làm tốc độ nguội cao hơn tại vùng hàn. Do vậy khi hàn thép dễ bị biến cứng dễ bị nứt tại kim loại mối hàn.
- Quá trình hàn này yêu cầu phải được che chắn tốt để tránh hiện tượng bị thổi tạt khí bảo vệ.
- Do cường độ của tia hồ quang lớn, do vậy phải sử dụng kính hàn đặc biệt để chống lại các tia gamma phát ra trong khi hàn.



Hình 1.6 Sơ đồ hàn MIG và máy hàn

5 Hàn hồ quang khí dioxide carbon (CO2) - Hàn MAG

Khi hàn CO₂, vũng hàn và hồ quang được khí CO₂ bảo vệ để không bị ảnh hưởng của môi trường không khí. Khí sử dụng phải bảo vệ hoàn toàn vùng hàn, vỹ nếu có một lượng nhỏ không khí xâm nhập vào trong vùng hàn cũng có thể gây ra rỗ khí hoặc nhiễm bẩn kim loại mối hàn.

Đây là một dạng của quá trình hàn MIG. Dây hàn được cấp liên tục trong môi trường khí CO₂ tinh khiết để bảo vệ chống lại môi trường không khí.

Hàn MAG được sử dụng để hàn thép carbon, thép hợp kim và thép chịu nhiệt.

Phương pháp này được sử dụng rộng rãi do có những ưu điểm sau:

- Khí CO₂ được sử dụng làm khí bảo vệ có giá thành thấp.
- Độ thấm tốt và tốc độ nóng chảy cao làm tăng hiệu suất hàn.
- Có thể ứng dụng cho các liên kết hàn như mối hàn thẳng, mối hàn dài.

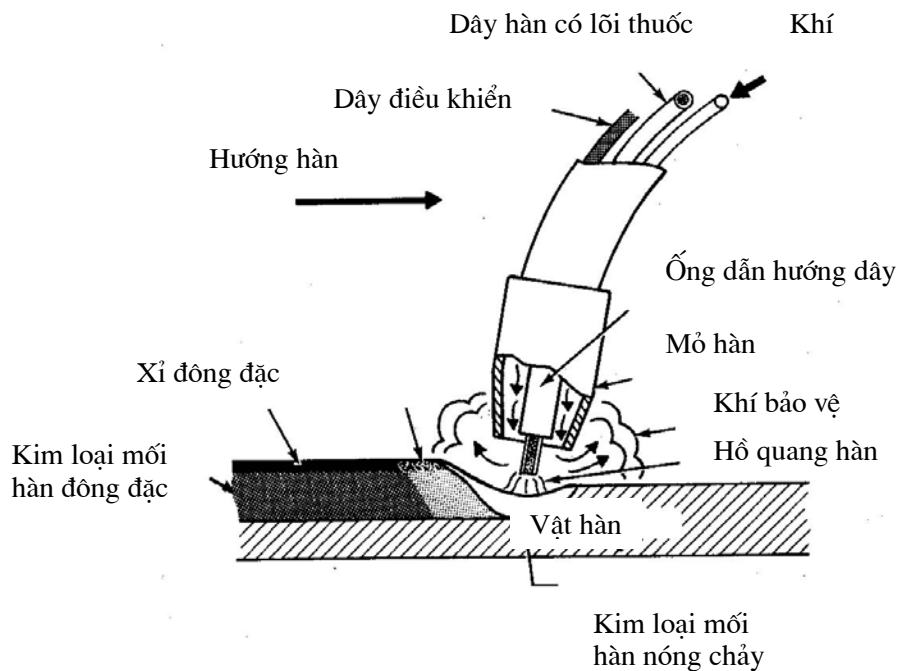
Nhược điểm của phương pháp hàn này:

- Nếu khí hàn có chất lượng không tốt, mối hàn sẽ bị rỗ hoặc bị nhiễm bẩn.
- Nếu mối hàn không được làm sạch tốt, khi hàn có thể gây ra hiện tượng bắn tóe kim loại mối hàn.

Một phương pháp hàn nữa sử dụng khí CO₂ bảo vệ là hàn hồ quang bằng dây hàn có lõi thuốc (FCAW). Thuốc trợ dung trong lõi dây hàn thực hiện các chức năng cần thiết như đối với thuốc bọc của que hàn, tuy nhiên khí CO₂ được sử dụng để tạo mối hàn có chất lượng tốt nhất.

Ưu điểm của quá trình hàn FCAW :

- Kim loại bắn tóe ít, bề mặt mối hàn tốt.
- Tốc độ nguội chậm, do có xỉ hàn bao phủ bề mặt mối hàn do vậy hạn chế nứt trên bề mặt mối hàn.
- Lượng khí tiêu hao trong quá trình hàn ít hơn so với quá trình hàn MIG/CO₂.

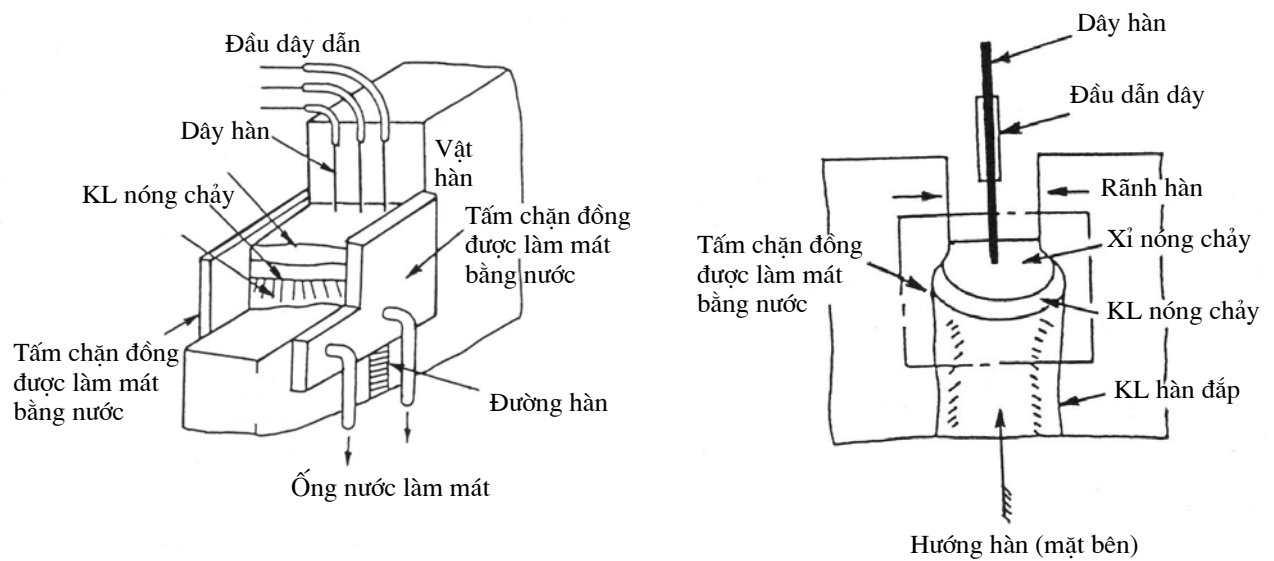


Hình 1.7 Nguyên lý hàn FCAW

6 Hàn xỉ điện

Hàn xỉ điện là phương pháp hàn phát triển của hàn hồ quang chìm được sử dụng cho việc hàn các chi tiết dày ở tư thế hàn leo.

Nhiệt hàn (Joule) được tạo ra bởi điện trở trong xỉ hàn nóng chảy và được sử dụng có hiệu quả đối với mối hàn dọc như ống góp nổi hơi có chiều dày lớn, bồn chứa áp suất cao và thân tàu.

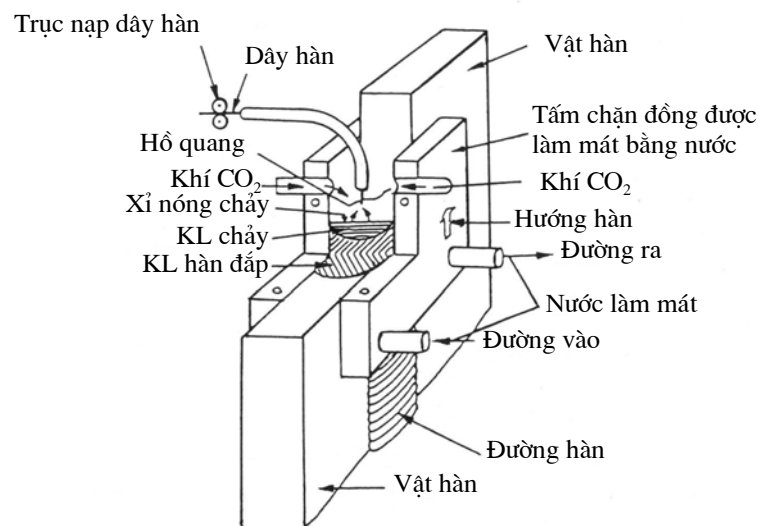


Hình 1.8 Hàn xỉ điện

7 Hàn khí điện

Phương pháp này sử dụng khí CO₂ hoặc khí trơ thay thế xỉ nóng chảy của phương pháp hàn xỉ điện. Phương pháp hàn này cũng được sử dụng có hiệu quả cho các mối hàn theo chiều thẳng đứng với chiều dày lớn như thân tàu.

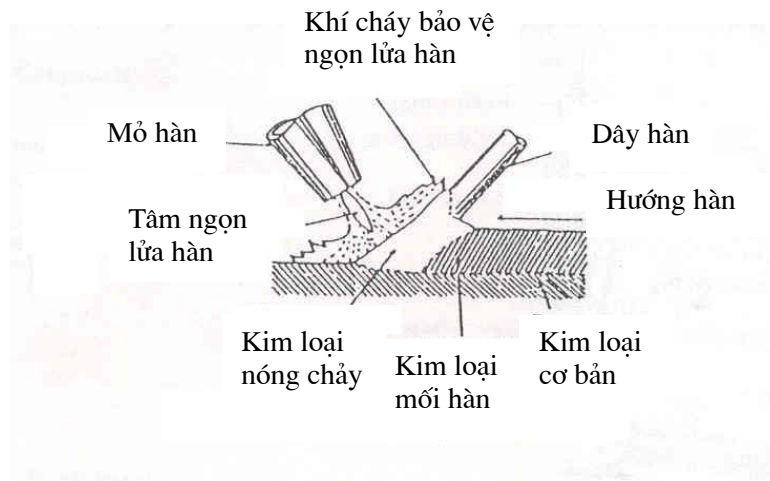
Ưu điểm của phương pháp hàn này so với phương pháp hàn xỉ điện là nếu khi việc hàn dừng lại thì hàn khí điện dễ thực hiện lại việc tiếp tục hàn hơn. Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là phải cần một nguồn khí bảo vệ từ bên ngoài cung cấp trong quá trình hàn.



Hình 1.9 Hàn khí điện

8 Hàn khí

Đây là phương pháp hàn sử dụng nhiệt của sự cháy giữa khí O₂ và axetylen. Chi phí thấp và thao tác đơn giản là ưu điểm của phương pháp này, tuy nhiên do có sự biến dạng theo chu kỳ và hiệu suất hàn thấp nên phương pháp này chỉ áp dụng cho việc hàn các tấm mỏng.

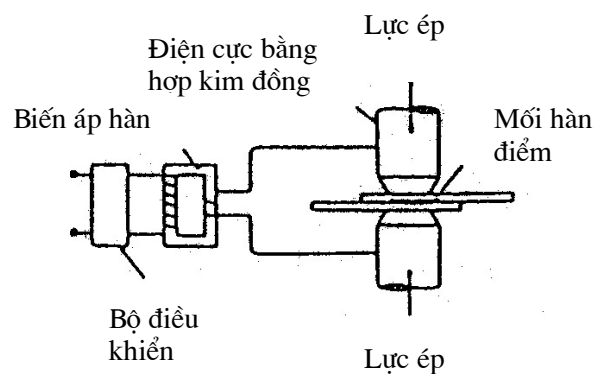


Hình 1.10 Hàn oxy-axêtylen

9 Hàn điểm

Hai tấm kim loại ghép chồng lên nhau và được ép chặt với nhau bằng việc sử dụng cặp điện cực bằng đồng (hoặc hợp kim đồng) với việc sử dụng dòng điện có cường độ lớn chạy qua trong thời gian ngắn.

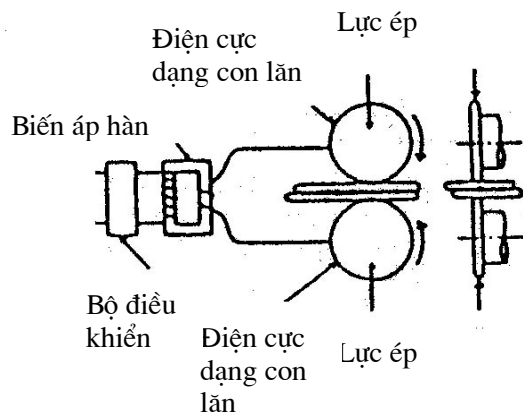
Ưu điểm của phương pháp này là nhiệt của các vật liệu bị tác động trong thời gian ngắn vì vậy kim loại nóng chảy không bị ảnh hưởng của Oxy và Nitro trong không khí. Do đó không cần bảo vệ vật liệu hàn khỏi khí tự nhiên. Phương pháp hàn này được sử dụng chủ yếu cho các liên kết của máy bay, ô tô, các thiết bị điện dân dụng, v.v ...



Hình 1.11 Hàn điểm

10 Hàn đường

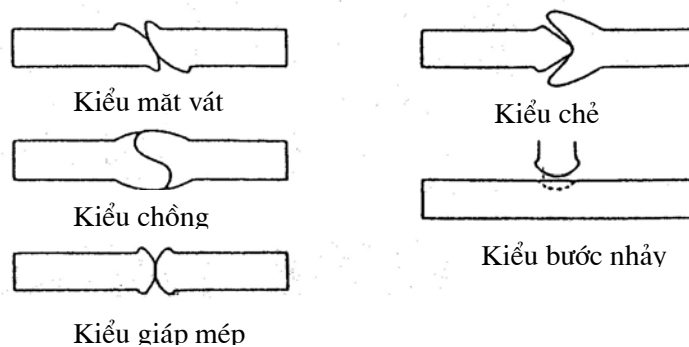
Phương pháp hàn này có thể được xem như là phương pháp hàn điểm được thực hiện theo một trình tự liên tục. Đĩa quay được lăn trên các phần vật liệu được hàn thay vì việc sử dụng các điện cực dạng đĩa. Phương pháp này thường được ứng dụng cho các liên kết yêu cầu độ kín nước và kín dầu cao như các thùng xăng, bộ tản nhiệt, các bình chứa khí, v.v ...



Hình 1.12 Hàn đường

11 Hàn rèn

Đây là phương pháp hàn mà kim loại đã được gia nhiệt sau đó va chạm hoặc ép lại với nhau.



Hình 1.13 Các mối hàn của hàn rèn

12 Hàn vảy thau và hàn vảy

Quá trình hàn vảy tương tự như quá trình hàn vảy thau.

Kim loại bổ xung không có sắt với điểm nóng chảy dưới 450°C được sử dụng trong trường hợp hàn vảy, trong khi kim loại bổ xung với điểm nóng chảy trên 450°C được sử dụng trong trường hợp hàn vảy thau.

THAM KHẢO

1. Định nghĩa hàn hồ quang tay, hàn bán tự động và hàn tự động

x: Hàn tay

0: Điều khiển tự động

	Kiểm soát chiều dài hồ quang	Cấp vật liệu hàn	Sự dịch chuyển (Tốc độ & hướng)
Hàn hồ quang tay	x	x	x

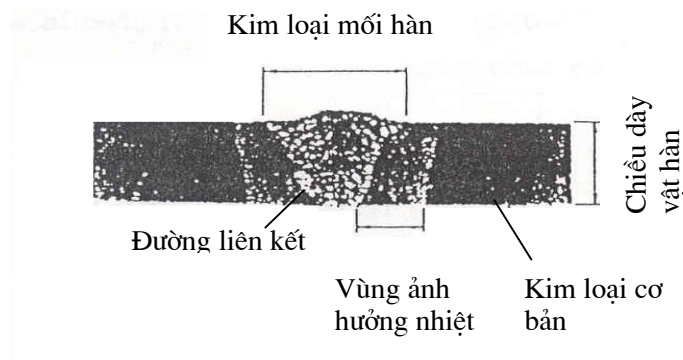
Hàn bán tự động	0	0	x
Hàn tự động	0	0	0

2. So sánh sơ bộ các quá trình hàn hồ quang tay, hàn bán tự động và hàn tự động

	Dòng hàn (A)	Điện áp hồ quang (V)	Tốc độ hàn (cm/phút)	Phạm vi ứng dụng
Hàn hồ quang sử dụng que hàn có thuốc bọc (Hồ quang tay)	100 ÷ 400	28 ÷ 32	5 ÷ 25	Tất cả các vị trí. Mối hàn thẳng và vòng
Hàn hồ quang khí CO ₂ (hàn bán tự động)	100 ÷ 450	23 ÷ 28	20 ÷ 50	Vị trí hàn bằng và hàn thẳng đứng. Mối hàn thẳng và vòng.
Hàn hồ quang dưới lớp thuốc trợ dung (Hàn tự động)	400 ÷ 1250	30 ÷ 36	200 ÷ 1000	Vị trí hàn bằng. Mối hàn thẳng.

2. CẤU TRÚC CỦA MỐI HÀN

Cấu trúc tế vi trên mặt cắt ngang của mối hàn biểu thị các vùng của kim loại mối hàn, vùng ảnh hưởng nhiệt và kim loại cơ bản như **Hình 2.1**.



Hình 2.1 Mặt cắt ngang của mối hàn

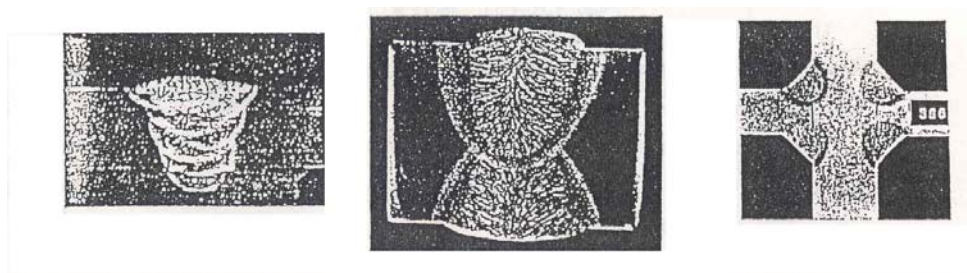
2.1 Kim loại mối hàn

Kim loại mối hàn là sự pha trộn của que hàn hoặc dây hàn và một phần của kim loại cơ bản được nóng chảy cùng với nhau và đông đặc lại, vì vậy thành phần hóa học của kim loại mối hàn phụ thuộc vào que hàn hoặc dây hàn và kim loại cơ bản. Độ bền của mối hàn phụ thuộc vào thành phần và cấu trúc kim loại học của vật liệu hàn, vào kim loại cơ bản, và bất kỳ sự thay đổi của cấu trúc xảy ra trong vùng ảnh hưởng nhiệt, phụ thuộc vào hình dạng của mối hàn, đồng thời vào ứng suất dư tạo ra do sự khác biệt của quá trình gia nhiệt và làm nguội, và vào sự xuất hiện hoặc mất đi của các tạp chất trong mối hàn.

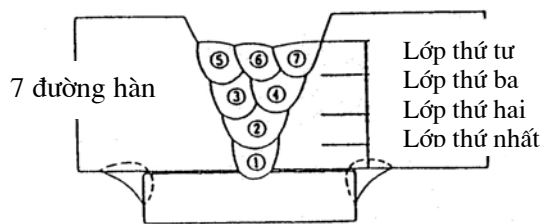
Trong hàn hồ quang sự nóng chảy và đông đặc từng phần của kim loại đi kèm với sự ảnh hưởng của quá trình gia nhiệt và làm nguội nhanh được quan sát trong vũng hàn, mà tại bề mặt duy trì một trạng thái lỏng do tiếp xúc trực tiếp với nhiệt hồ quang, nhưng sự nguội nhanh tại chân và các cạnh của mối hàn do tiếp xúc với kim loại cơ bản nguội hơn.

Quá trình đông đặc của mối hàn bắt đầu gần đường giới hạn bên trong vật liệu với kim loại cơ bản. Hạt nhân tinh thể được hình thành và phát triển về tâm của vũng nóng chảy do sự nguội nhanh. Thêm vào đó cấu trúc kim loại học được hình thành có đặc tính bởi sự phát triển của tinh thể có thuật ngữ kỹ thuật là "cấu trúc dạng cột". Kim loại mối hàn có đặc tính chung là cấu trúc cột tinh thể. Kích thước tinh thể lớn, độ dai va đập lớn và sự khác biệt lớn hơn về tính chất cơ học dựa trên tải áp dụng.

Trong mối hàn nhiều lớp, mỗi lớp hàn được gia nhiệt lại khi hàn các lớp sau tạo ra cấu trúc hạt mịn. Kết quả dẫn tới tính chất cơ học của mối hàn được cải thiện.



Hình 2.2 Mặt cắt ngang của mối hàn nhiều lớp



Hình 2.3 Các lớp hàn



Hình 2.4 Hàn nhiều lớp đối với tấm dày

2.2 Vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ)

Vùng ảnh hưởng nhiệt là một phần của kim loại cơ bản bị ảnh hưởng đáng kể bởi nhiệt hàn. Vùng ảnh hưởng nhiệt biến thiên phụ thuộc vào mức độ của lượng nhiệt giáng lên mối hàn trong quá trình hàn, quá trình gia nhiệt, chiều dày của kim loại cơ bản, v.v ... nhưng nói chung được phân chia bởi nhiệt lượng giáng lên mối hàn như đưa ra trong **Bảng 2.1**.

Nhiệt lượng giáng lên mối hàn nói chung biến thiên do sự thay đổi dòng hàn và tốc độ hàn. Nếu dòng hàn tăng, vũng hàn rộng hơn và sự phân bố nhiệt độ trở nên rộng hơn. Nếu tốc độ hàn tăng, thì sự phân bố nhiệt độ hẹp và vũng hàn sẽ kéo dài. Sự phân bố nhiệt độ cũng phụ thuộc vào tính chất vật lý của kim loại cơ bản. Nếu nhiệt lượng giáng lên mối hàn không đổi, thì các kim loại có độ dẫn nhiệt cao sự phân bố nhiệt độ rộng hơn. Sự phân bố nhiệt độ xung quanh vùng hàn xác định độ rộng của vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).

Nói chung một tiết diện bị quá nhiệt là vùng được gia nhiệt tới 1200°C - 1400°C , vùng này có độ bền cao, độ dẫn dài kém và cấu trúc giòn do ảnh hưởng của sự tôi cứng.

Nhiệt độ nung nóng của vùng hạt mịn là 900°C - 1200°C nó ảnh hưởng tới kim loại cơ bản theo cùng một cách như là sự thường hóa do thời gian thực hiện để kết tinh lại. Thêm vào đó cấu trúc hạt mịn có độ dẻo và độ dai va đập tốt.

Peclit hạt mịn là vùng đã được gia nhiệt tới 750°C - 950°C , có đặc tính độ dẫn dài cao và độ dai va đập thấp.

Vùng được gia nhiệt tới nhiệt độ 200°C - 700°C có độ dai va đập kém, được gọi là “vùng hóa giòn”.

Sự khác biệt trong vùng ảnh hưởng nhiệt được thử một cách dễ dàng nhất bằng việc kiểm tra sự phân bố độ cứng. Nói chung vùng có độ cứng cao hơn thì có độ dai va đập thấp hơn.

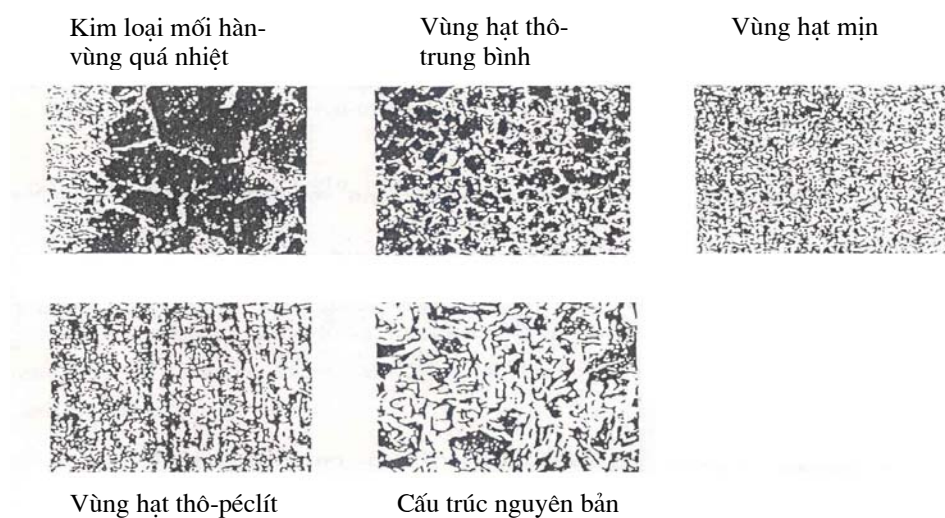
Độ cứng của vùng ảnh hưởng nhiệt biến thiên lớn do sự khác biệt về tốc độ làm nguội, nhưng nếu tất cả các điều kiện hàn là tương đương thì độ cứng được quyết định bởi lượng các nguyên tố hợp kim.

Vùng ảnh hưởng nhiệt có độ cứng quá lớn có thể gây ra nứt, đó là điều không mong muốn. Giới hạn cho phép về độ cứng của mối hàn đối với thép thường là 350 Vicker. Giới hạn cho phép đôi khi được điều chỉnh phụ thuộc vào mức độ của sự tập trung ứng suất, lượng hydro của vùng bị biến cứng, v.v ...

Bảng 2.1 Cấu trúc của kim loại mối hàn (Đối với thép thường)

Vùng qui định	Nhiệt độ gia nhiệt ($^{\circ}\text{C}$)	Ghi chú
Kim loại mối hàn	> 1500	Vùng được đông đặc thành cấu trúc mạng tinh thể dạng cây sau khi nóng chảy hoàn toàn.
Vùng nóng chảy	Khoảng 1500	Vùng biên giới giữa kim loại mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt.

Vùng quá nhiệt	1400 ÷ 1.200	Hạt thô do quá nhiệt
Vùng hạt mịn	1200 ÷ 900	Hạt mịn (vùng được gia nhiệt cao hơn điểm chuyển biến pha Ac3)
Vùng peclit	950 ÷ 750	Vùng mà peclit chuyển biến thành hạt mịn (gia nhiệt tại điểm chuyển biến pha Ac1 ÷ Ac3).
Vùng hóa giòn	700 ÷ 200	Không có sự thay đổi trong cấu trúc tế vi (vùng được nung nóng dưới điểm chuyển biến pha Ac1).
Cấu trúc nguyên bản	200 ÷ nhiệt độ phòng	Vùng kim loại cơ bản không chịu ảnh hưởng của nhiệt hàn.



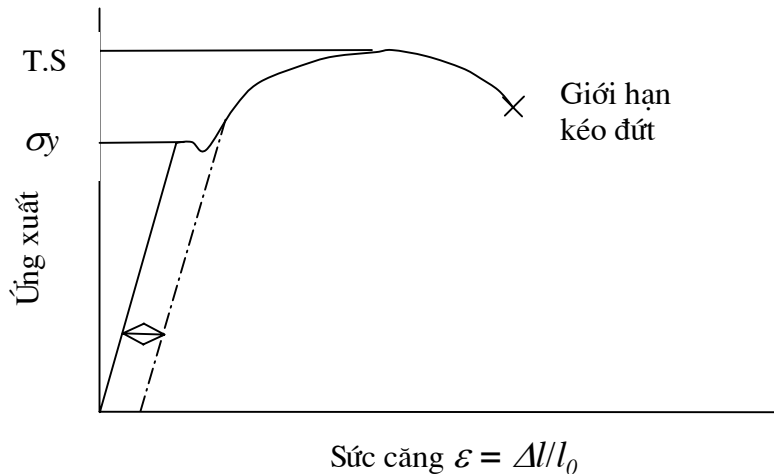
Hình 2.5 Cấu trúc tế vi của mối hàn (thép 0.35% Carbon) khi khắc axit với 2% HNO₃ + rượu 150x2/3

3. ĐỘ BỀN CỦA LIÊN KẾT HÀN

3.1 Ứng suất dư và sự biến dạng

3.1.1 Ứng suất dư và sự biến dạng

Ứng suất dư là ứng suất có trong kết cấu mà không phải do lực bên ngoài hoặc gradien nhiệt. Đó là ứng suất bên trong gây ra do sự thay đổi nhiệt độ.



Hình 3.1 Đường cong sức căng ứng suất

Tại nhiệt độ phòng:

$$\sigma = P/A_0$$

$$\varepsilon = \Delta l/l_0$$

$$\sigma = E \times \varepsilon$$

$$E = 2.1 \times 10^4$$

σ : Ứng suất bên kéo; A_0 : Vùng mặt cắt; ε : Sức căng;
 P : Lực kéo; l_0 : chiều dài đo
 E : Môđul đàn hồi (young); σ_y : ứng suất chảy; T_s : Ứng suất bền

Nhưng tại nhiệt độ cao:

$\theta > 300^\circ\text{C}$ thì E bắt đầu giảm

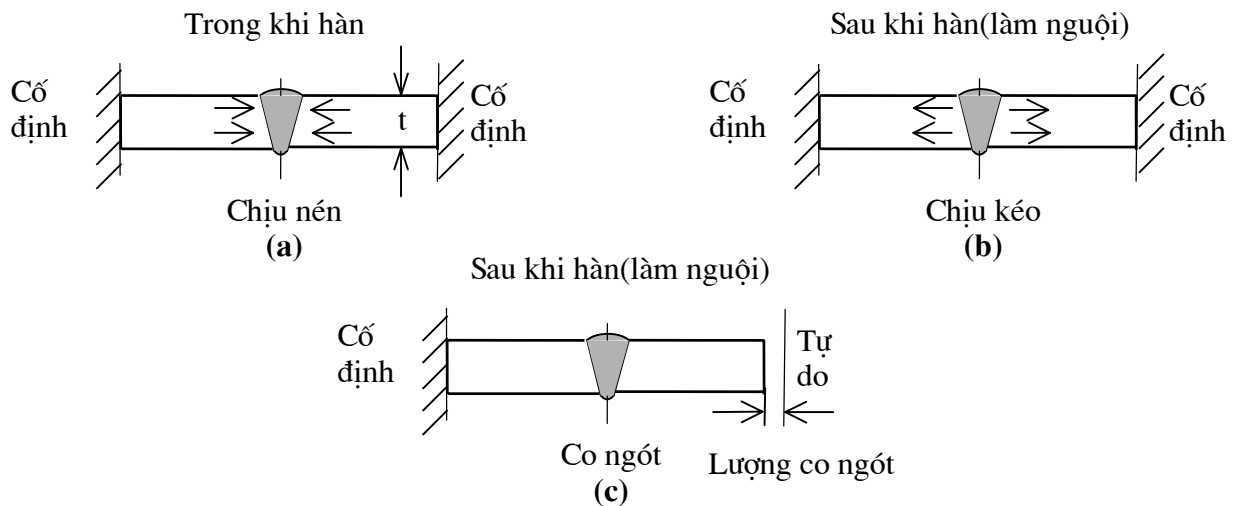
$\theta > 350^\circ\text{C}$ giới hạn chảy giảm nhanh đi kèm với sự tăng nhiệt độ

$\theta > 700^\circ\text{C}$ Giới hạn chảy (Y_P) bằng không.

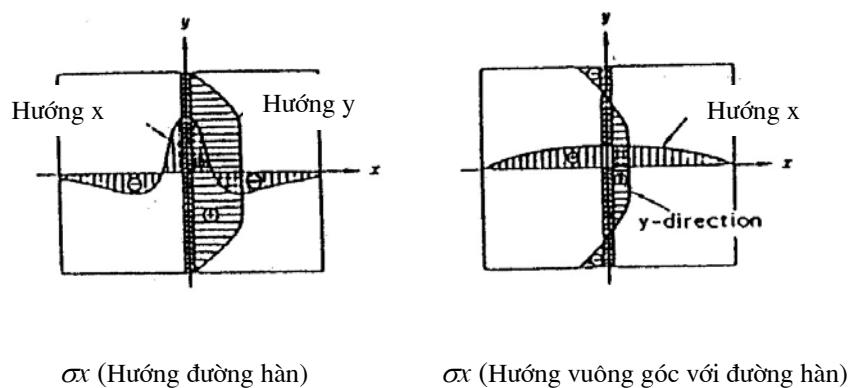
Một thanh thép được gia nhiệt tới nhiệt độ lớn hơn 700°C bị chặn hai đầu cố định, sau khi làm nguội đến nhiệt độ phòng sẽ gây ra một ứng suất dư gần σ_y . Do đó ứng suất dư hoặc sự co ngót xuất hiện trong mối hàn.

Khi hàn, kết cấu hàn được gia nhiệt cục bộ và do đó sự phân bố nhiệt độ không đồng đều. Trong quá trình hàn, sự thay đổi về kim loại học xảy ra trong vùng hàn và trong vùng kim loại kề với kim loại mối hàn, vùng này được gọi là vùng ảnh hưởng nhiệt.

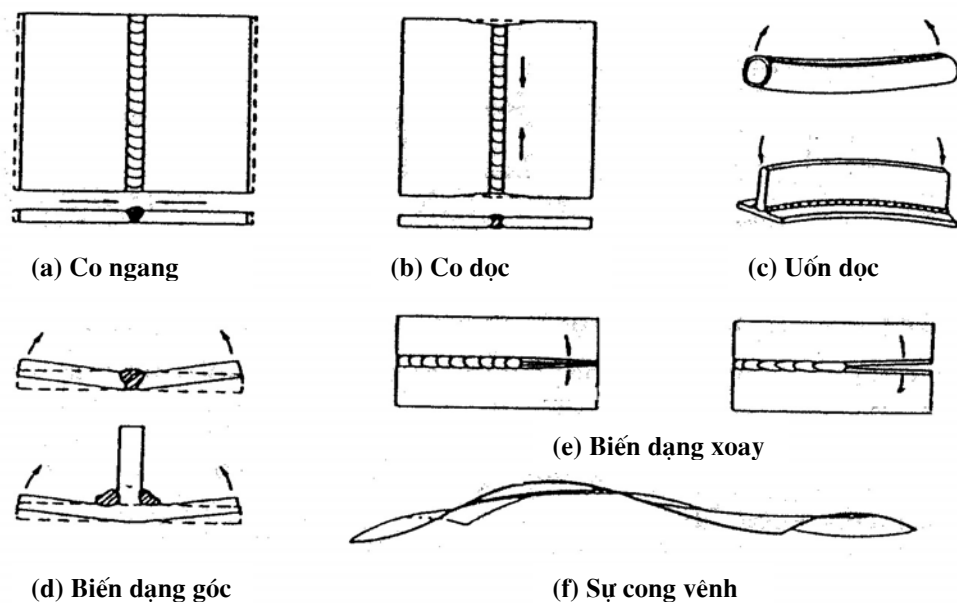
Do sự gia nhiệt, làm nguội không đồng đều và sự thay đổi kim loại học, cùng với khi kim loại mối hàn đông đặc xảy ra sự co ngót và bắt đầu xuất hiện ứng suất tại vùng kim loại cạnh mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt. Các ứng suất này tạo ra gọi là ứng suất dư. Trong vùng hàn, sẽ có ứng suất dư dọc và ứng suất dư ngang, nếu chiều dày liên kết hàn lớn hơn 25 mm , thì ứng suất dư theo hướng chiều dày có giá trị đáng kể.



Hình 3.2 Minh họa sự biến dạng dẻo và ứng suất dư do hàn



Hình 3.3 Sự phân bố ứng suất dư do hàn



Hình 3.4 Các dạng biến dạng do hàn

Biến dạng trong kết cấu hàn gây ra do sự giãn nở và sự co không đồng nhất của kim loại mối hàn và vùng kim loại kề với kim loại mối hàn trong quá trình nung nóng và làm nguội của quá trình hàn.

3.1.2 Tính chất của kim loại ảnh hưởng tới sự biến dạng

Do sự biến dạng gây ra bởi tác động của quá trình nung nóng, quá trình làm nguội, sự kẹp chặt, và tính chất cơ học, lý học của vật liệu cũng liên quan đến sự biến dạng của vật liệu.

Do vậy, sự hiểu biết về giá trị của hệ số giãn nở nhiệt, hệ số dẫn nhiệt, mô đun đàn hồi, và giới hạn chảy của kim loại trong kết cấu hàn giúp nhà thiết kế và thợ hàn biết trước và kiểm soát được sự biến dạng.

1 Hệ số giãn nở nhiệt:

Kim loại bị giãn nở khi nó được gia nhiệt, hoặc co lại khi làm nguội. Do vậy khi có sự thay đổi về nhiệt độ, kim loại có hệ số giãn nở cao sẽ giãn nở và co ngót nhiều hơn kim loại có hệ số giãn nở thấp. Kim loại có hệ số giãn nở lớn sẽ có sự co ngót của kim loại mối hàn và kim loại kề với mối hàn lớn, vậy vậy khả năng biến dạng cao hơn.

2 Sự dẫn nhiệt:

Kim loại có độ dẫn nhiệt thấp (ví dụ như thép không gỉ, hợp kim Niken, v.v ...) không làm mất nhiệt nhanh. Kim loại có độ dẫn nhiệt cao (ví dụ như: nhôm và đồng) làm mất nhiệt nhanh. Khi hàn kim loại có độ dẫn nhiệt thấp sẽ tạo ra gradient nhiệt làm tăng sự co ngót trong kim loại mối hàn và trong vùng ảnh hưởng nhiệt.

3.1.3 Kiểm soát sự co ngót, biến dạng

Để ngăn ngừa hoặc giảm tối thiểu sự biến dạng trong các kết cấu hàn, phải thực hiện các biện pháp ngay từ trong khâu thiết kế đến gia công tại xưởng để chống lại ảnh hưởng của việc nung nóng và làm nguội.

Sự co ngót không ngăn ngừa được, nhưng có thể kiểm soát được nó. Dưới đây là một vài biện pháp làm giảm tối thiểu sự biến dạng do co ngót gây ra:

1 Các biện pháp trước khi chế tạo

Phải lựa chọn đúng phương pháp hàn, thiết kế mối hàn phù hợp, kết hợp việc gia công và thử mô hình.

- a) Các phương pháp hàn thông thường như hàn hồ quang tay (SMAW) hoặc hàn bằng điện cực vonfram trong môi trường khí trơ bảo vệ (GTAW) tạo mối hàn có tỉ số hình dạng mối hàn thấp (tỷ số chiều cao mối hàn trên tỷ số chiều rộng mối hàn) và sự biến dạng góc lớn.
- b) Thiết kế mối hàn: mối hàn được thiết kế sao cho lượng mối hàn nhiều nhất được đặt trên trục trung hòa. Nhân tố quan trọng khác cần phải xem xét trong quá trình thiết kế là làm tối ưu hóa sự vát mép của mối hàn và dung sai cho phép của mép vát. Khi qui định dung sai của mép vát, cần phải xem xét các điều kiện thực tế để làm giảm chi phí gia công.
- c) Lượng dư gia công: lượng dư gia công phải phù hợp với sự co ngót, v.v ..., lượng dư sau đó có thể được gia công đi.

2 Các biện pháp trong quá trình chế tạo

Sử dụng các đồ gá,

- a)
 - Không hàn mối hàn có kích thước quá lớn

Khi có nhiều kim loại bổ xung vào mối hàn, sẽ tạo ra lực co ngót lớn hơn. Kích thước mối hàn phù hợp đối với một kết cấu với điều kiện làm việc nhất định

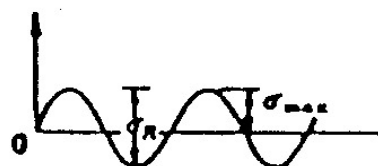
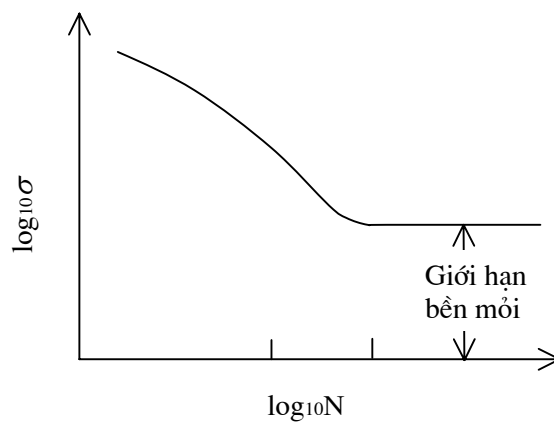
3.2 Độ bền tĩnh của liên kết hàn

Thông thường vị trí đứt sẽ xuất hiện trên kim loại cơ bản, do độ bền của kim loại mối hàn được thiết kế có độ bền lớn hơn độ bền của kim loại cơ bản.

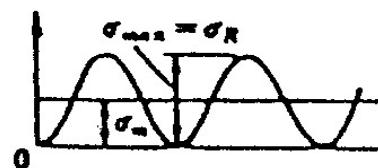
Nếu trong mối hàn có khuyết tật đáng kể, vùng mặt cắt ngang giảm và vị trí đứt sẽ xảy ra tại kim loại mối hàn.

3.3 Độ bền động của liên kết hàn

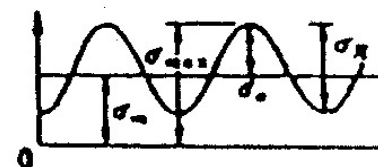
Nói chung vật liệu bị phá hủy dưới tải trọng thấp hơn khi làm việc dưới các tải biến thiên hơn là khi làm việc dưới tải trọng tĩnh. Sau khi chịu một số lần xác định tải biến thiên, các vết nứt nhỏ bắt đầu xuất hiện trong vật liệu, và sau nhiều lần chịu tải biến thiên cuối cùng vật liệu bị phá hủy. Hiện tượng này gọi là sự mỏi của vật liệu.



(a) Ứng suất biến thiên
 $\sigma_m = 0, \sigma_{\max} = \sigma_R$



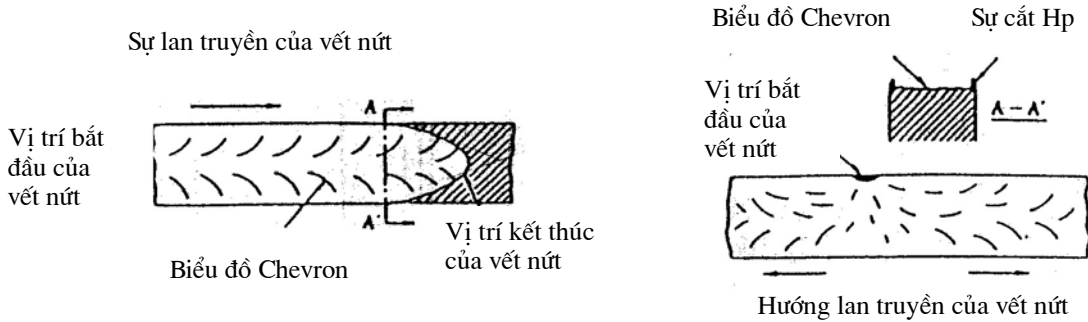
(b) Ứng suất dạng xung
 $\sigma_m = 0, \sigma_{\max} = 2\sigma_R$



(c) Ứng suất động

Hình 3.5 Ứng suất động và độ bền mỏi

3.4 Sự gãy giòn



Hình 3.8 Biểu đồ xương Chevron hoặc Herring

Bề mặt của các vết nứt có màu bạc, hình răng cưa vuông góc với bề mặt của tấm và hiện tượng này gọi là “biểu đồ Chevron” hoặc biểu đồ Herring”.

Các nhân tố chủ yếu làm xảy ra sự gãy giòn (brittle fracture) là:

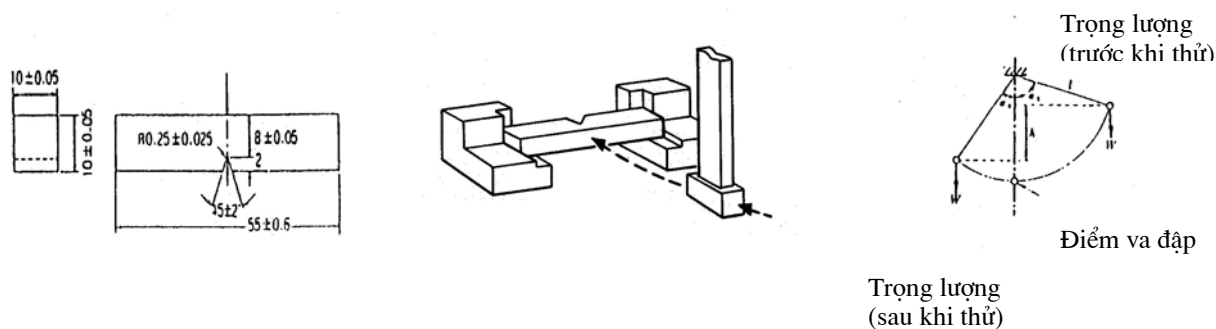
- Do có sự tồn tại của vết khía nhọn.
- Do sự tồn tại của ứng suất kéo.
- Độ dai va đập trong kim loại cơ bản và kim loại mối hàn không đủ.
- Nhiệt độ môi trường thấp.

3.4.1 Nhiệt độ chuyển tiếp

Thử va đập là phương pháp phổ biến nhất để kiểm tra độ dai với vết cắt của vật liệu và của mối hàn.



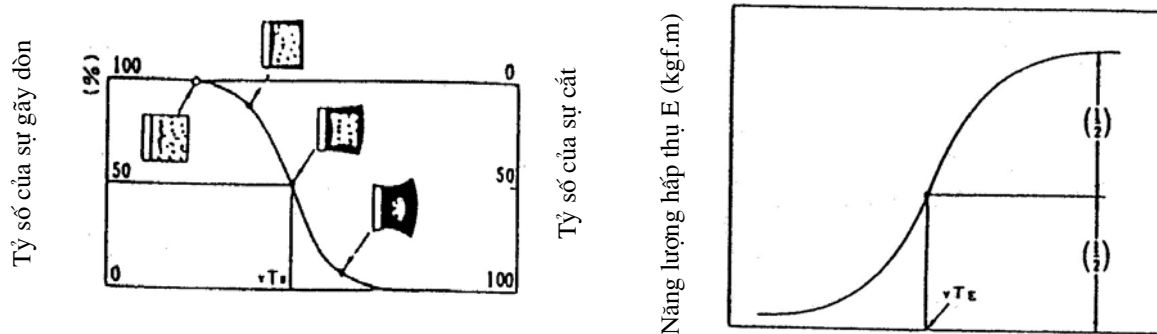
Hình 3.9 Máy thử va đập và mẫu thử



Năng lượng hấp thụ $E=W \times h$ kg-m

Kết quả thử va đập (năng lượng hấp thụ và tỷ số gãy do cắt) chỉ ra rằng các vật liệu và mối hàn thay đổi từ trạng thái dẻo sang trạng thái giòn trong phạm vi nhiệt độ xác định nào đó. Nhiệt độ này gọi là nhiệt độ chuyển tiếp.

Tất nhiên, các vật liệu có nhiệt độ chuyển tiếp thấp hơn sẽ an toàn hơn trong các phần kết cấu. Các nhân tố ảnh hưởng đến độ dai va đập là thành phần hóa học, kết cấu kim loại học và mức độ gia công nguội của vật liệu.



Hình 3.10 Đường cong chuyển tiếp thử độ dai va đập với vết khía chữ V

3.4.2 Ngăn ngừa gãy giòn

Các nguyên nhân gây ra gãy giòn đã được đưa ra ở trên, do vậy gãy giòn có thể được ngăn ngừa bởi:

- Tránh gây tập trung ứng suất - trong quá trình thiết kế và gia công.
- Giảm tối thiểu hoặc khử ứng suất dư - trong quá trình gia công và thực hiện việc khử ứng suất dư.
- Lựa chọn các vật liệu có độ dai va đập đủ, xem xét sự ứng dụng và nhiệt độ trong quá trình hoạt động, trong quá trình thiết kế và gia công.

3.5 Ảnh hưởng của ứng suất dư

3.5.1 Ảnh hưởng đối với độ bền tĩnh

Các loại vật liệu dẻo như thép thường hoặc thép hợp kim thấp có độ biến dạng dẻo lớn trước khi đứt. Nếu ứng suất dư bị khử khi có tải ngay trước khi chảy, thì điều đó nói lên rằng ứng suất dư không ảnh hưởng đến độ bền kéo.

3.5.2 Ảnh hưởng đối với độ bền mỏi

Với các vật liệu dẻo, sự ảnh hưởng của độ bền mỏi là không lớn, nhưng nếu có sự tồn tại của vết cắt nhọn và ứng suất dư thì ảnh hưởng đối với độ bền mỏi có thể là rất đáng kể.

3.5.3 Ảnh hưởng của sự gãy giòn

Ứng suất dư có thể thấp hơn tại nhiệt độ chuyển tiếp.

Việc khử ứng suất sẽ được đề cập ở phần sau, việc khử ứng suất có thể làm giảm hoặc loại bỏ ảnh hưởng của sự gãy giòn.

3.6 Khử ứng suất

Sau khi hàn hoặc sau khi hoàn thành việc sửa chữa, đối với các kết cấu có chiều dày lớn đôi khi phải yêu cầu việc xử lý nhằm làm giảm ứng suất dư trong kết cấu. Dưới đây chúng tôi đưa ra một số biện pháp khử ứng suất.

3.6.1 Xử lý nhiệt vị trí mối hàn

Có thể làm giảm hoặc khử ứng suất dư bằng phương pháp “xử lý nhiệt vị trí mối hàn - PWHT”. Khi được nung nóng, giới hạn chảy của kim loại thấp hơn cùng với sự tăng của nhiệt độ, và kết cấu chịu ứng suất, kết cấu sẽ chịu sự biến dạng dẻo và làm giảm ứng suất.

Trong quá trình xử lý nhiệt mối hàn (PWHT) tinh thể chịu sức căng và bị biến dạng dưới ứng suất kết tinh lại tại nhiệt độ cao sau đó tái hình thành như các tinh thể bình thường. Nhưng nên tránh dùng nhiệt độ quá cao để khử ứng suất dư nhằm ngăn ngừa sự biến dạng của kết cấu, ví dụ không nên nung nóng đến 800°C để khử ứng suất dư.

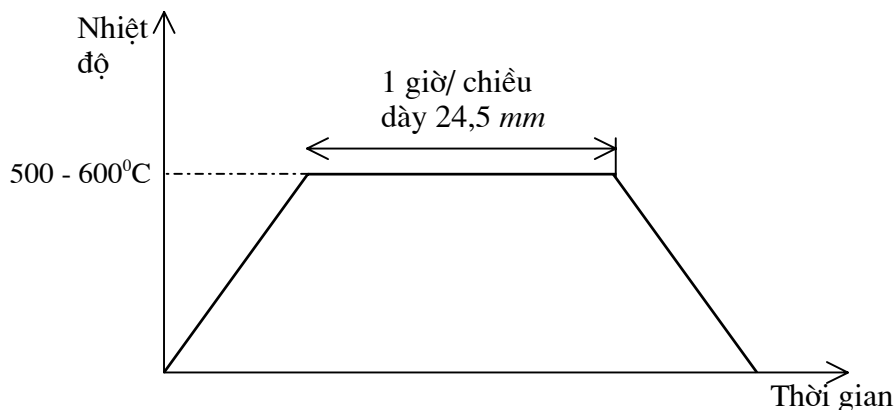
Ví dụ kết cấu hàn của bánh lái hoặc sống đuôi, việc xử nhiệt có thể phải được thực hiện nhằm duy trì sự ổn định kích thước trước hoặc trong quá trình gia công của kết cấu. Tuy nhiên nếu kết cấu được hàn theo đúng trình tự và được gia nhiệt trước khi hàn cùng với việc sử dụng que hàn loại hydro thấp thì có thể không cần phải xử lý nhiệt mối hàn.

Quá trình khử ứng suất dư đối với thép thường như sau:

Sau khi kết thúc công việc hàn, kết cấu được đặt trong lò và được nung nóng tới nhiệt độ từ 540°C - 600°C trong khoảng thời gian một giờ đối với kết cấu có chiều dày 25mm, sau đó làm nguội chậm.

Việc xử lý nhiệt mối hàn (PWHT) có những tác dụng sau:

- Khử ứng suất dư.
- Làm giảm độ cứng tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).
- Làm khuếch tán hydro trong vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).
- Độ dai va đập được phục hồi.



Hình 3.11 Biểu đồ quá trình xử lý nhiệt

3.6.2 Khử ứng suất bằng phương pháp cơ học

Khi việc xử lý nhiệt tại vị trí mối hàn không thể thực hiện được thì phương pháp khử ứng suất mối hàn bằng phương pháp cơ học có thể được thực hiện để làm giảm ứng suất dư do hàn gây ra trong các kết và các bồn chứa. Phương pháp này sử dụng việc bơm nước vào trong các kết chứa và nâng áp suất lên đến khoảng 1,5 lần áp suất thiết kế tới giới hạn đàn hồi của mối hàn, phương pháp này sẽ làm ứng suất dư bên trong mối hàn giảm khi xả áp suất bên trong bồn chứa.

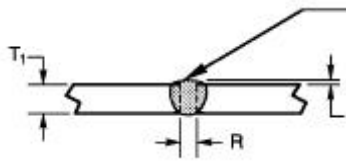
3.6.3 Rèn (peening)

Trong một số trường hợp, việc rèn bằng búa cũng có tác dụng làm giảm sự biến dạng hoặc sự co. Nói chung lớp hàn đầu tiên và cuối cùng không được rèn, do lớp hàn đầu tiên không đủ độ bền để chịu được va đập và lớp hàn cuối cùng sẽ không được gia nhiệt và tinh luyện lại vật liệu đã rèn. Việc rèn đối với mối hàn góc hàn một lớp là rất có hiệu quả nhằm làm giảm biến dạng góc đối với các tấm mỏng. Phải chú ý không rèn tại các vị trí gần các khuyết tật như cháy chân, không ngấu hoặc các khuyết tật khác, các khuyết tật này phải được loại bỏ trước khi rèn, việc rèn phải được thực hiện ngay sau khi các lớp hàn được thực hiện hoặc sau khi hoàn thành công việc sửa chữa.

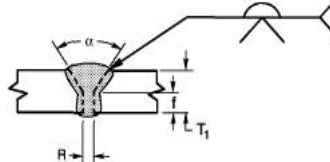
4. THIẾT KẾ MỐI HÀN

4.1 Các dạng liên kết hàn

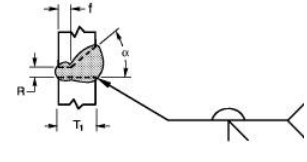
a) Mối hàn giáp mép



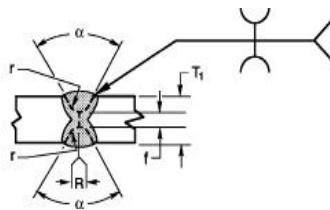
(a) Không vát mép



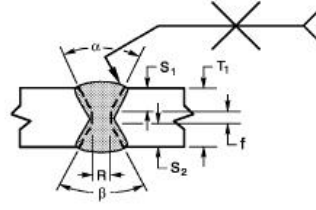
(b) Vát mép chữ V hai phía



(c) Vát chữ V 1 phía



(a) Vát mép chữ U hai phía

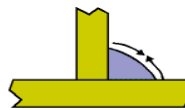


(b) Vát mép chữ X hai phía

Mối hàn góc

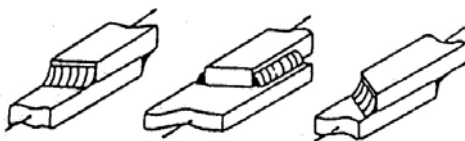


(a) Mối hàn lõm

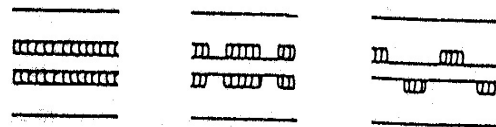


(b) Mối hàn lồi

Hình 4.2 Hình dạng mối hàn góc



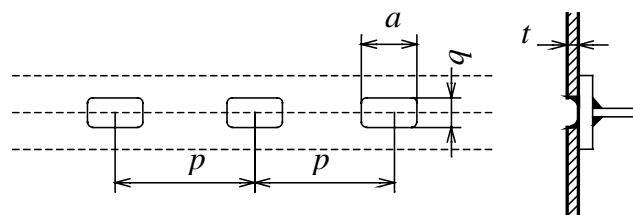
(a) Hàn liên tục



(b) Hàn gián đoạn

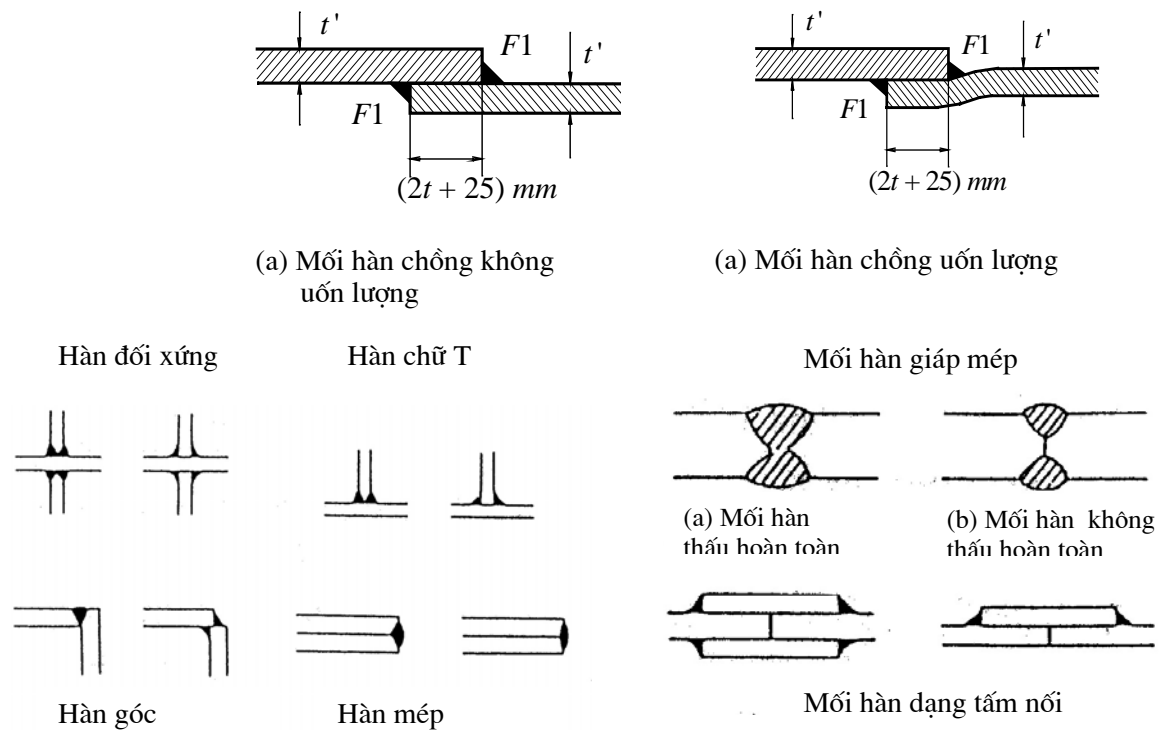
Hình 4.3 Các loại mối hàn góc

b) Hàn lõ



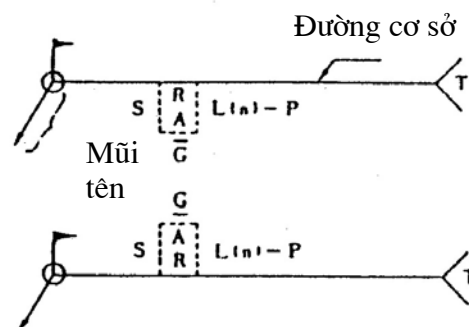
Hình 4.4 Mối hàn lõ

c) Các dạng liên kết hàn khác



Hình 4.5 Các dạng liên kết hàn

4.2 Ký hiệu



Hình 4.6 Ký hiệu mối hàn

Bảng 4.1 ký hiệu mối hàn

Điều kiện		Ký hiệu	Ghi chú
Bề mặt	Bằng phẳng	—	<ul style="list-style-type: none">- Lỗi về phái ngoài của đường cơ bản.- Lỗm về phía trong của đường cơ bản.
	Lồi	(
	Lõm)	
Sự hoàn thiện	Đục	C	
	Mài	G	
	Gia công máy	M	
	Không hạn chế	F	
Hàn tại hiện trường		O	
Hàn toàn bộ xung quanh			
Hàn tại hiên trường và hàn xung quanh			

Chú thích:

Các ký hiệu chính (khe hở tại chân mối hàn - khe hở hàn, góc vát mép).

S: Kích thước mặt cắt của mối hàn;

R: khe hở hàn; A: Góc vát mép; L: Chiều dài của mối hàn góc gián đoạn; n: số đường hàn;

P: bước của đường hàn;

T: Mô tả đặc biệt

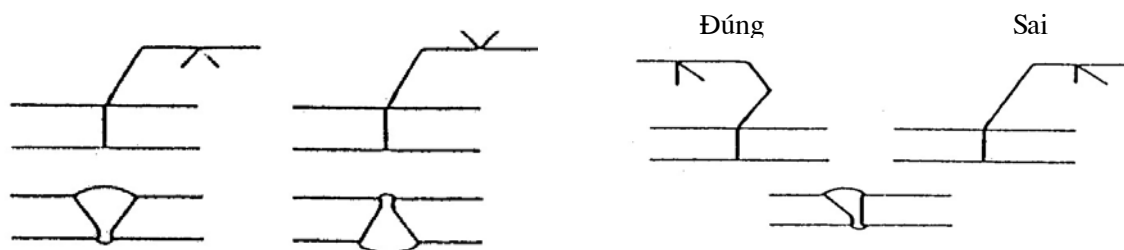
: Ký hiệu bổ xung chỉ ra điều kiện bề mặt; : Hàn toàn bộ xung quanh

: Hàn toàn bộ xung quanh tại hiện trường;

G: Ký hiệu bổ xung chỉ ra điều kiện hoàn thiện của mối hàn.

Khi hàn được thực hiện trên cùng phía với ký hiệu mũi tên, thì ký hiệu hàn và kích thước mối hàn phải được viết dưới đường cơ bản. Khi hàn được thực hiện trên phía đối diện với ký hiệu mũi tên, thì ký hiệu và kích thước mối hàn phải được viết trên đường cơ bản.

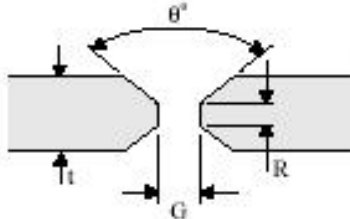
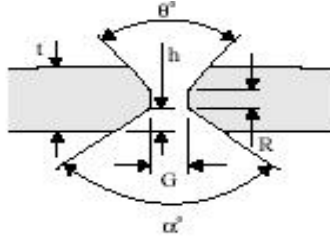
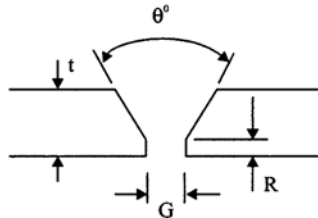
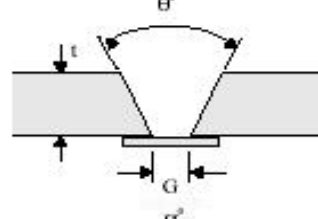
Đường cơ bản phải được vẽ về phía tấm được vát mép và ký hiệu mũi tên nên hướng về phía bề mặt vát mép.



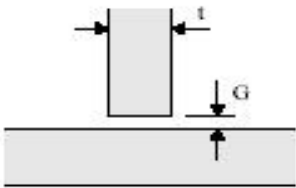
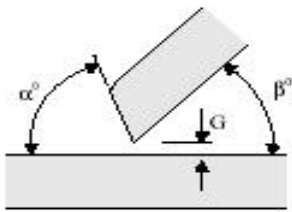
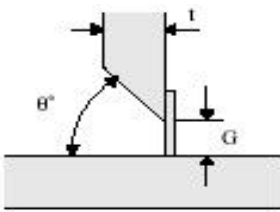
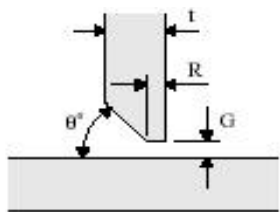
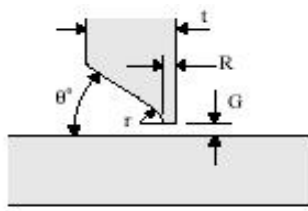
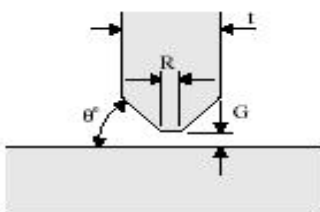
Hình 4.7 Ký hiệu phía mép hàn và phía hàn

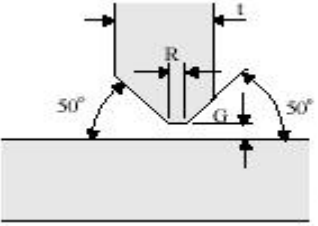
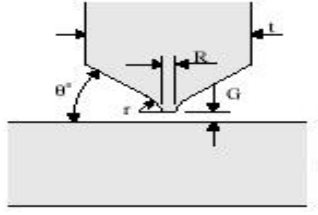
Bảng 4.2 Thiết kế mối hàn giáp mép

Thiết kế mối hàn	Tiêu chuẩn cho phép	Ghi chú
	$T \leq 5 \text{ mm}$ $G = 3 \text{ mm}$	(1)
	$T > 5 \text{ mm}$ $G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ - 70^\circ$	(1)
	$T > 19 \text{ mm}$ $G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ - 70^\circ$	(1)

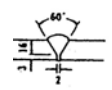
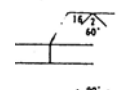
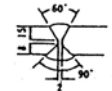
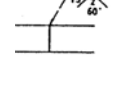
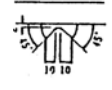
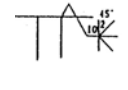
	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 50^{\circ} - 70^{\circ}$	(1)
	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $6 \leq h \leq t/3 \text{ mm}$ $\theta = 50^{\circ} - 60^{\circ}$ $\alpha = 90^{\circ}$	(1)
	$G = 3 - 9 \text{ mm}$ $\theta = 50^{\circ} - 70^{\circ}$	(1)
	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 50^{\circ} - 70^{\circ}$	(1)
<p>Chú thích:</p> <p>Cạnh mối hàn có thể được chuẩn bị khác nhau nếu được Đăng kiểm chấp nhận hoặc được duyệt trên qui trình hàn tương ứng.</p> <p>Đối với các quá trình hàn khác (bán tự động-MIG/MAG, tự động-SAW, TIG, ...) qui trình hàn phải được Đăng kiểm duyệt tùy thuộc vào tiêu chuẩn áp dụng.</p>		

Bảng 4.3 Thiết kế mối hàn góc (quá trình hàn hồ quang tay)

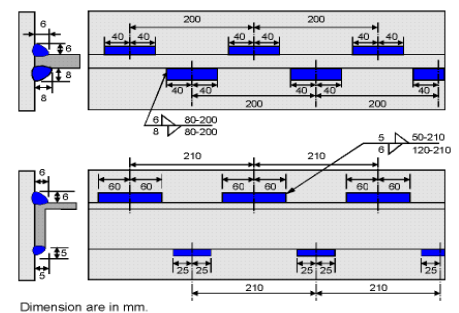
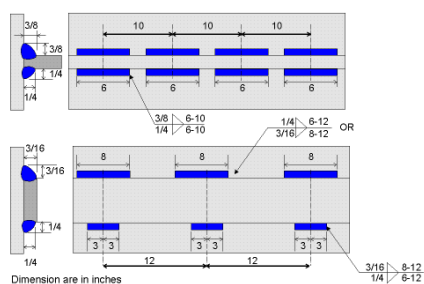
Thiết kế mối hàn	Tiêu chuẩn cho phép	Ghi chú
	$G \leq 2 \text{ mm}$	(1)
	$\alpha = 50^{\circ} - 70^{\circ}$ $G \leq 2 \text{ mm}$ $\beta = 50^{\circ} - 70^{\circ}$	(1)
	$G \leq 4 - 6 \text{ mm}$ $\theta = 30^{\circ} - 45^{\circ}$	(1)
	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 50^{\circ}$	(1)
	$G = 2.5 - 4 \text{ mm}$ $R = 3 \text{ mm}$ $\theta \geq 35^{\circ}$ $r = 12 - 15 \text{ mm}$	(1)
	$G \leq 2 \text{ mm}$	(1)

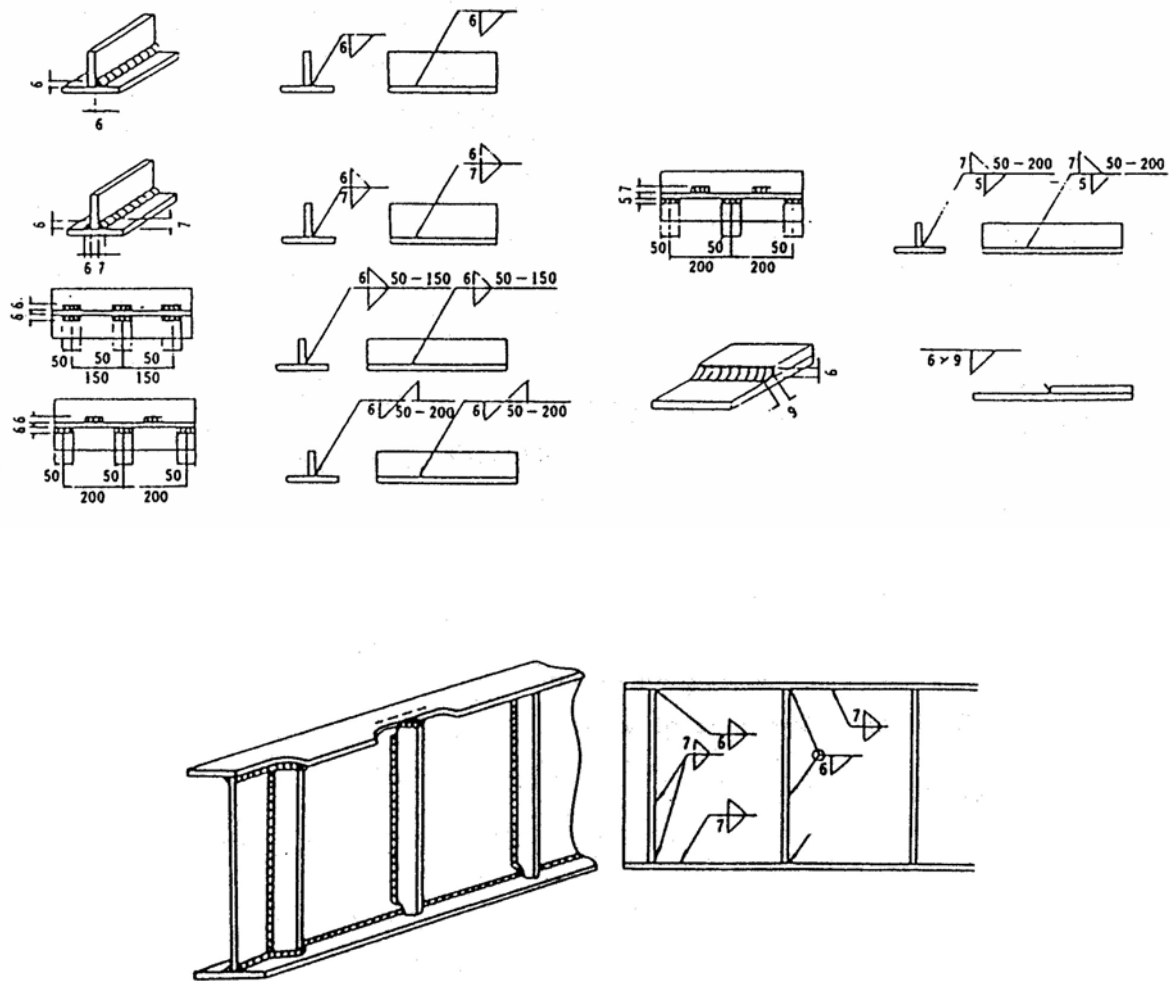
	$T > 19 \text{ mm}$ $G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ$	(1)
	$G = 2.5 - 4 \text{ mm}$ $R = 3 \text{ mm}$ $\theta \geq 35^\circ$ $r = 12 - 15 \text{ mm}$	(1)
<p>Chú thích:</p> <p>Cạnh mối hàn có thể được chuẩn bị khác nhau nếu được Đăng kiểm chấp nhận hoặc được duyệt trên qui trình hàn tương ứng.</p> <p>Đối với các quá trình hàn khác (bán tự động-MIG/MAG, tự động-SAW, TIG, ...) qui trình hàn phải được Đăng kiểm duyệt tùy thuộc vào tiêu chuẩn áp dụng.</p>		

Hình 4.8 Một số ký hiệu mối hàn

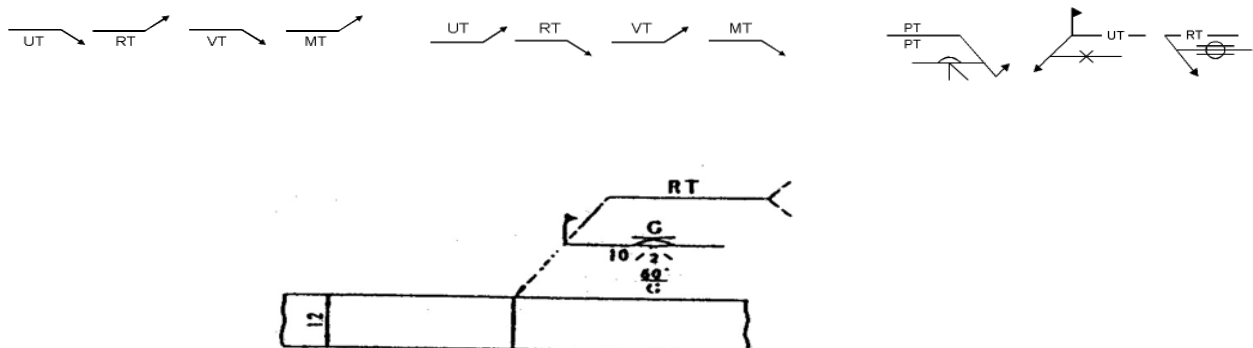
Chiều dày tấm vật liệu (mm)	Chiều sâu rãnh (mm)	Góc vát mép (°)	Khe hở hàn (mm)	Mặt cắt ngang	Bản vẽ
19	16	60	2		
25	15 8	60 90	2		
22	10	45	2		

Hình 4.9 Các ví dụ ký hiệu mối hàn góc





Hình 4.10 Các ví dụ ký hiệu được sử dụng cho ký hiệu kiểm tra không phá hủy



Chiều sâu rãnh hàn: 10mm; Góc vát mép: 60° ; Khe hở hàn: 2mm.

Phần gia cường mối hàn được mài bằng. Hàn tại hiện trường.

Kiểm tra chụp ảnh phóng xạ: theo JIG Z 3014 Class 2 hoặc cao hơn.

4.3 Độ bền của liên kết hàn

4.3.1 Tính toán ứng suất của liên kết hàn

$$\sigma = P/\sum a - 1, \quad \tau = P/Ma - 1$$

σ : ứng suất kéo hoặc ứng suất nén (kgf/mm^2 hoặc kgf/cm^2).

τ : ứng suất cắt (kgf/mm^2 hoặc kgf/cm^2)

P : Lực (kgf)

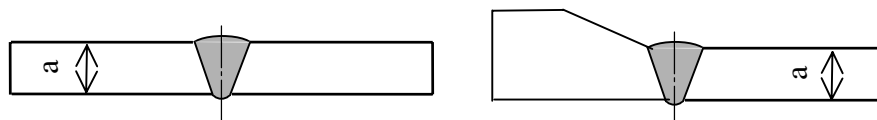
a : Chiều cao mối hàn (mm)

l : Chiều dài hiệu dụng của mối hàn (mm hoặc cm)

$\sum a - 1$: Tổng diện tích hiệu dụng của mối hàn

4.3.2 Chiều cao tính toán mối hàn và chiều dài hiệu dụng

a) Mối hàn giáp mép

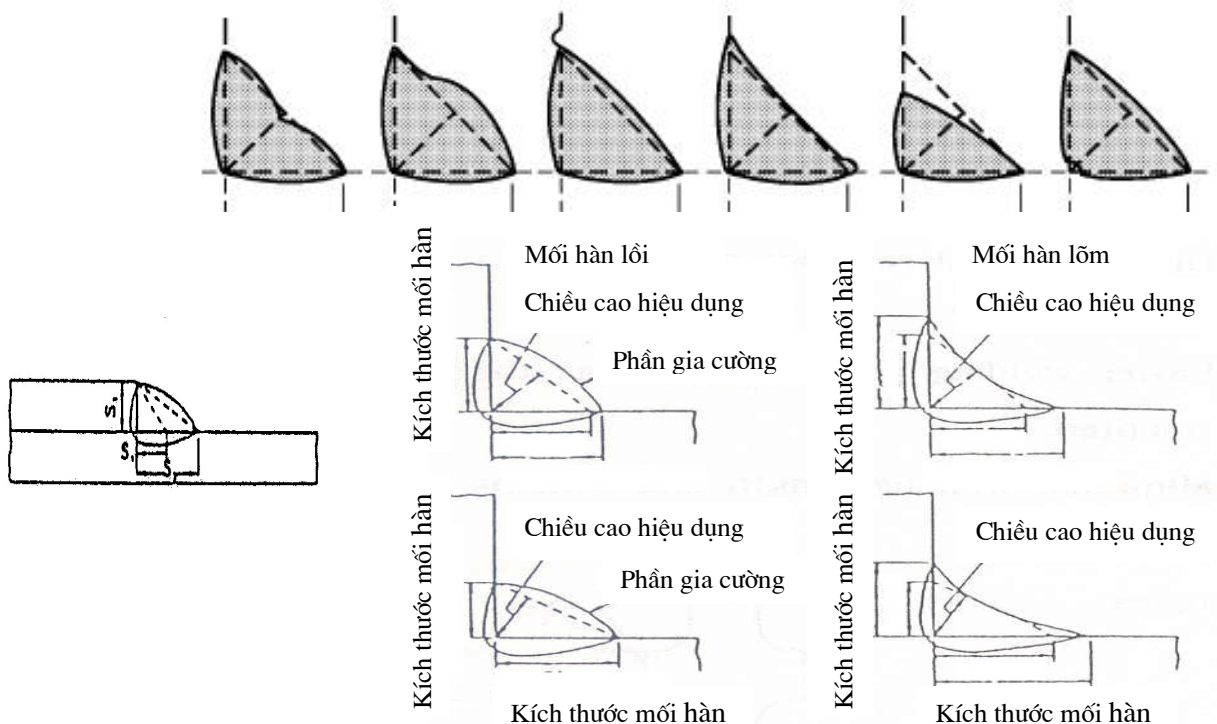


a = Chiều dày tấm mỏng hơn

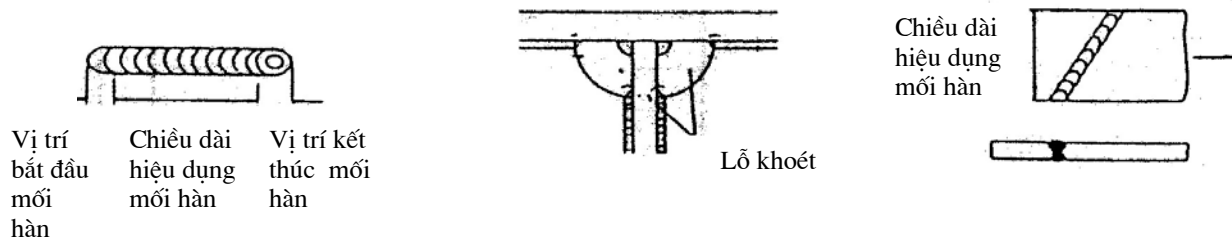
Hình 4.11 Kích thước của mối hàn giáp mép

b) Mối hàn góc

Hình 4.12 Kích thước mối hàn góc



$a = 0.7S$, hoặc $a = \frac{S}{\sqrt{2}}$, nếu chiều dày hai vật hàn khác nhau thì chọn chiều dày nhỏ hơn



Thông thường phần tại vị trí bắt đầu và kết thúc của mối hàn không được coi là một phần của mối hàn.

4.4 Ứng xuất cho phép của mối hàn

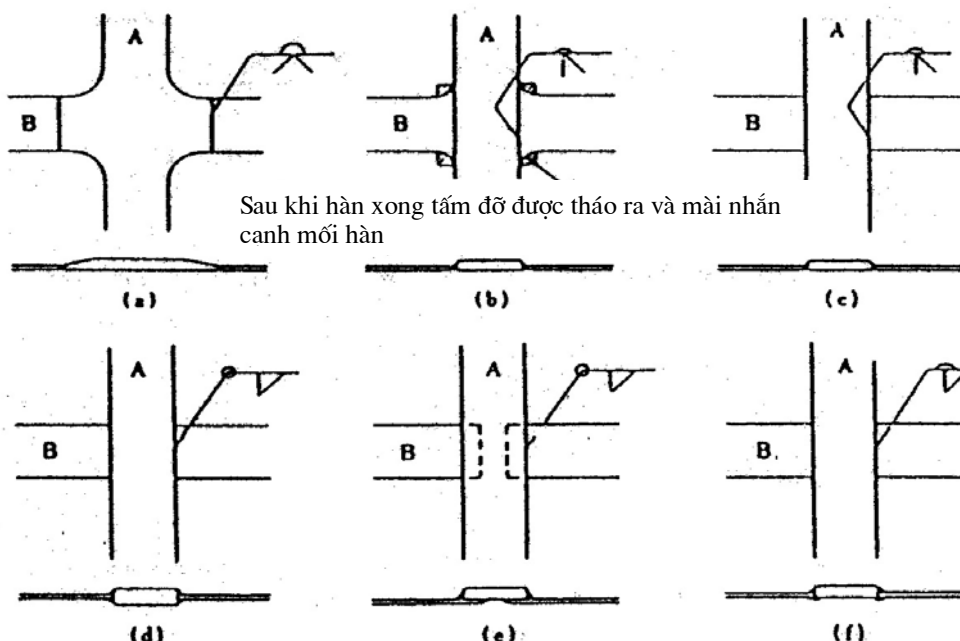
Ứng xuất cho phép của mối hàn phải được xem xét căn cứ trên các điều kiện thực tế sử dụng. Trình độ tay nghề bậc thợ, phương pháp hàn, sự hoàn thiện của bề mặt mối hàn, sự khử ứng xuất dư, mức độ kiểm tra, ... là các nhân tố cần phải được xem xét. Để đơn giản cho việc lựa chọn, các bảng tính toán ứng xuất phải được chuẩn bị sẵn gắn liền với các qui định về các dạng kết cấu được chế tạo.

Tham khảo thêm Quy phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép (Phần 2-A Kết cấu thân tàu và trang thiết bị - Chương 1).

4.5 Các lưu ý và một vài ví dụ về thiết kế mối hàn

Các lưu ý:

- Mối hàn được thiết kế sao cho giảm tối thiểu khó khăn khi lắp ráp, hàn và kiểm tra.
- Các mặt cắt phải tránh phải thay đổi một cách đột ngột để giảm tối thiểu sự tập trung ứng xuất và tải lệch tâm.
- Sự biến dạng và ứng xuất dư gây ra do các điều kiện hàn phải được giảm tối thiểu.
- Các vị trí dễ hàn nên được sử dụng nhiều (ví dụ như vị trí hàn bằng).
- Giảm tối thiểu chiều dài mối hàn và kim loại mối hàn.



Hình 4.13 Một số ví dụ về thiết kế mối hàn

- (a) Thiết kế mối hàn tốt, nhưng tấm rộng là cần thiết.
- (b) Thiết kế mối hàn tốt, miếng vấu có tác dụng làm giảm khuyết tật tại vị trí kết thúc hàn.
- (c) - (e): Kết cấu không tốt đối với tải tuần hoàn.
- (f) Kết cấu không tốt, chiều cao mối hàn ở mặt sau có khuynh hướng ngắn.

5. THÉP TẮM TRONG CÁC LIÊN KẾT HÀN VÀ THAY ĐỔI VỀ KIM LOẠI HỌC TẠI VÙNG ẢNH HƯỞNG NHIỆT

5.1 Các loại thép

5.1.1 Phân loại các loại thép theo thành phần hóa học

“Thép” là sắt tinh khiết không có các thành phần khác, nhưng các kim loại chứa sắt thường sử dụng đối trong các kết cấu là “thép”, và thường được gọi là thép carbon.

Quá trình tinh luyện thép từ nguyên liệu dạng thô không thể tránh khỏi việc tạo ra một hỗn hợp thường chứa 05 (năm) nguyên tố cơ bản là: Carbon (C), mangan(Mn), silic (Si), photpho (P), và lưu huỳnh (S), và được gọi với các loại thép khác nhau căn cứ vào sự pha trộn các nguyên tố hợp kim của sắt và các nguyên tố này.

Bảng 5.1 Phân loại thép carbon

Loại thép	Thành phần carbon (%)	Giới hạn chảy (kg/mm ²)	Giới hạn bền kéo (kg/mm ²)	Độ dẫn dài (%)	Độ cứng Brinell (HB)	Ứng dụng
Thép đặc biệt mềm	0,08 ≥	18-28	32-36	30-40	9-5-100	Thép lá, dây điện
Thép rất mềm	0.08-0.12	20-29	36-42	30-40	80-120	ống hàn, rivê
Thép thường	0.12-0.20	22-30	38-48	24-36	100-130	Khung kết cấu, thép tấm
Thép bán mềm	0.20-0.30	24-36	44-55	22-32	112-145	kết cấu, nồi hơi, cầu
Thép bán cứng	0.30-0.40	30-40	50-60	17-30	140-170	trục, bulông, thép lá
Thép cứng	0.40-0.50	34-46	58-70	14-26	160-200	Bình chứa, ray tàu
Thép rất cứng	0.50-0.80	36-47	65-110	11-20	180-235	Trục, trục vít, ray tàu

5.1.2 Phân loại thép theo quá trình chế tạo

Thép được chế tạo từ dạng thỏi và sắt vụn trong lò hồ hoặc lò thổi oxy mà trong quá trình luyện thép có thể khử oxy tùy theo mức độ khác nhau phụ thuộc vào chất khử oxy (các chất khử oxy như mangan hoặc silic).

Mức độ khử oxy đôi khi được sử dụng như tiêu chuẩn để phân loại thép.

Bảng 5.2 Thép carbon được phân loại theo mức độ khử oxy

Loại thép	Thành phần			Lỗ rỗng	Rỗ	Tách lớp
	C	Mn	Si			
Thép lắng	< 1.5	> 0.3	> 0.10	Nhiều	Không có	Rất ít
Thép bán lắng	< 1.0	0.45-0.80	0.05-0.10	Ít	Trung bình	Ít
Thép sôi	< 0.3	0.25-0.45	< 0.04	Không có	Nhiều	Nhiều

(1) Thép sôi

Thép sôi là thép khử oxy kém với chất lượng thấp hơn, được chế tạo chỉ với chất khử là Mn. Nó chứa một mức độ xác định các chất có hại như photpho, lưu huỳnh ở dạng riêng rẽ

(segregated form). Các nguyên tố tạp chất đó không thể khử được bởi quá trình tiếp theo và nó có thể hình thành trong các lớp của thép cán nó có ảnh hưởng xấu trong khi hàn.

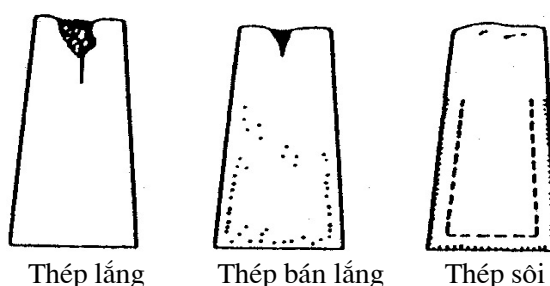
(2) Thép lắng

Thép lắng được chế tạo với các chất khử oxy như silic, nhôm, mà những chất này có tác dụng khử oxy cao hơn mangan. Thép lắng có sự co ngót lớn do vậy các ống có chứa chất oxy hóa hoặc xỉ cần phải loại bỏ. Do vậy, chỉ khoảng 80% tổng số thổi đúc có thể được sử dụng hữu ích và do vậy chi phí của thép lắng cao hơn thép sôi. Tuy nhiên sản phẩm sau cùng có chất lượng cao với rất ít lỗ rỗng và sự tách lớp của các tạp chất.

(3) Thép bán lắng

Thép bán lắng nằm trong phạm vi giữa thép sôi và thép lắng theo giới hạn của mức độ khử oxy.

Thép bán lắng không có sự tách lớp nhiều như thép sôi và trong cùng một khoảng thời gian tạo ra hiệu xuất cao của sản phẩm cả về số lượng và chất lượng.



Hình 5.1 Mặt cắt ngang của thổi thép đúc

5.2 Thép cho các kết cấu hàn

Hầu hết thép cho các kết cấu hàn là thép carbon thấp (thép thường và thép có độ bền cao,...) và thép hợp kim (thép có độ bền cao, thép làm việc trong môi trường nhiệt độ thấp,...).

Thép nói chung thường được xác định bởi độ bền và không được xác định bởi thành phần hóa học của các nguyên tố Carbon, Mangan, Silic. Tuy nhiên thép loại này không phù hợp với các kết cấu hàn lớn, do mối hàn có thể bị nứt hoặc không đủ độ dai và đập.

Thép dùng cho các kết cấu hàn như kết cấu thân tàu được xác định bởi cả thành phần hóa học và quá trình chế tạo, và phải có độ dai và đập tốt và tính hàn tốt.

Thép có độ bền cao như thép YP32 được chế tạo bằng cách bổ sung thêm các nguyên tố hợp kim như Mn, Si với khối lượng nhiều hơn đối với thép thường và được chế tạo bởi điều kiện cán nguội hoặc thường hóa.

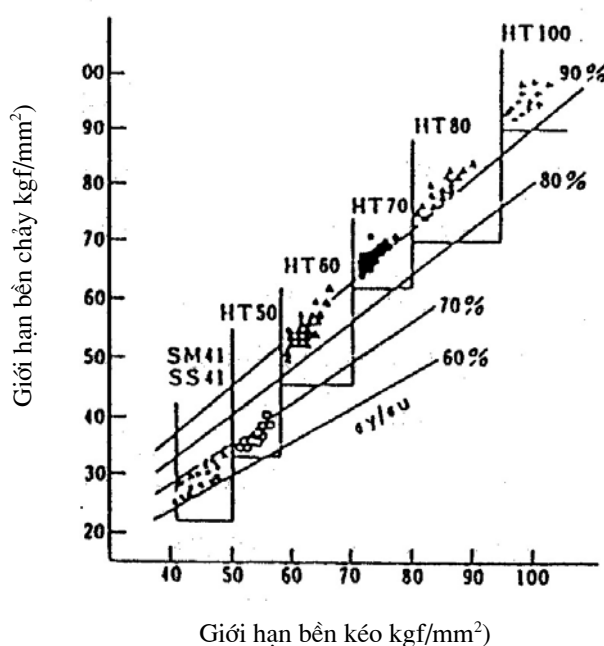
Khi cần thép có độ bền cao hơn, việc chỉ bổ sung thêm các nguyên tố kể trên là không thích ứng, do nếu tăng lượng các nguyên tố này sẽ xảy ra sự nứt mối hàn. Các quá trình nhiệt luyện như “Tôi và Ram” (Quá trình QT) thường được sử dụng cùng với việc tăng các nguyên tố hợp kim.

Do sử dụng các quá trình nhiệt luyện, tính hàn và độ dai và đập của thép có thể được cải thiện, nhưng khi công việc hàn được thực hiện nhiệt lượng giáng lên mối hàn cần phải được kiểm soát một cách cẩn thận để duy trì độ bền và độ dẻo tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).

Bảng 5.3 Nhiệt luyện đối với thép

Phương pháp nhiệt luyện	Mục đích của phương pháp	Phương pháp thực hiện
Thường hóa	Để thường hóa cấu trúc kim loại của thép	Nung nóng đến nhiệt độ cao hơn đường A3 (đường Acm) khoảng 40°C-60°C sau đó làm nguội trong không khí.
Ủ hoàn toàn	Để làm mềm thép và làm mịn tổ chức kim loại	Nung nóng đến nhiệt độ cao hơn đường A3 (đường A1) khoảng 30°C-50°C trong một khoảng thời gian xác định và sau đó được làm nguội trong lò.
Ủ	Để khử ứng suất dư của thép	Nung nóng đến nhiệt độ 600°C-650°C và giữ trong khoảng thời gian xác định sau đó làm nguội trong lò.
Tôi	Để làm cứng thép	Nung nóng đến nhiệt độ cao hơn đường A3 khoảng 30°C-50°C, và sau đó làm nguội trong nước hoặc dầu.
Ram	Để cải thiện chất lượng của thép đã bị tôi cứng và cho tính bền	Nung nóng đến nhiệt độ dưới đường A1 trong khoảng thời gian xác định và sau đó làm nguội trong không khí hoặc trong lò.

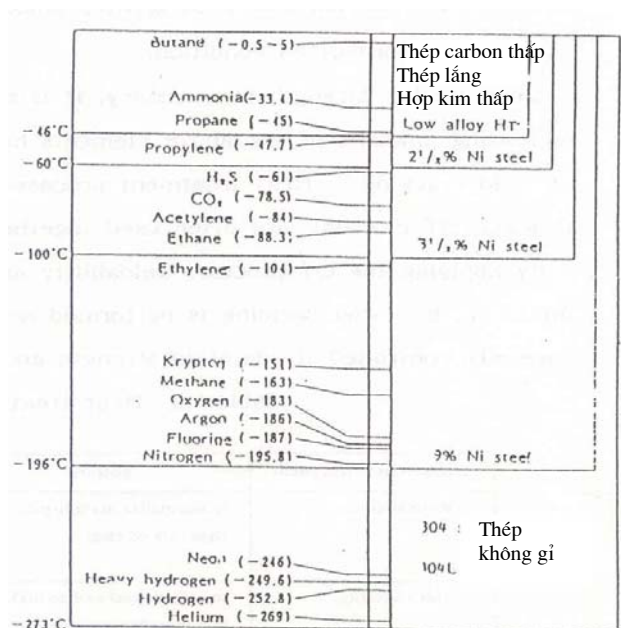
Mối quan hệ giữa giới hạn chảy (YP) và độ bền cực đại của thép carbon được đưa ra trên **Hình 5.2**.

**Hình 5.2 Tỷ số σ_y/σ_u**

Nói chung thép có độ bền cao hơn là thép có tỷ số của độ bền chảy và độ bền cực đại lớn hơn (σ_y/σ_u).

Thép có tỷ số (σ_y/σ_u) cao có độ dẫn dài đồng nhất thấp hơn dưới các điều kiện làm việc. Từ quan điểm an toàn, ứng suất cho phép nên thấp hơn giới hạn bền chảy.

Các loại thép dùng chế tạo các kết cấu làm việc ở nhiệt độ thấp sử dụng cho việc vận chuyển và chứa LPG, LNG, v.v ... được liệt kê trong **Hình 5.3**. Các vật liệu thép này có độ dai và đập phù hợp tại nhiệt độ mà kết cấu sẽ được sử dụng.



Hình 5.3 Thép sử dụng cho các kết cấu làm việc ở nhiệt độ thấp

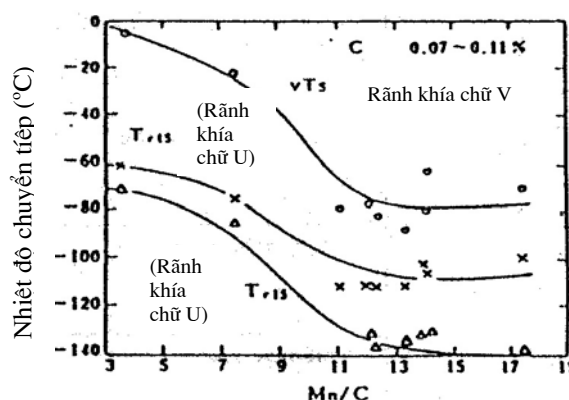
5.3 Gãy giòn và các thử nghiệm

Thép bị giòn nếu nhiệt độ giảm. Các nhân tố sau ảnh hưởng đến độ dai và đập với vết cắt của thép:

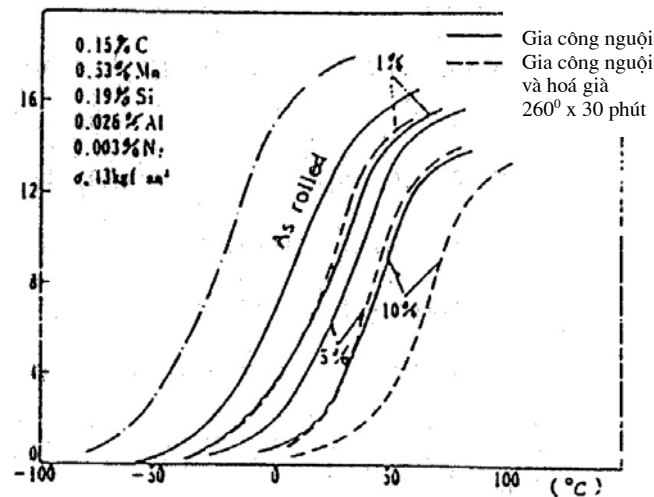
(a) Thành phần hóa học

Nói chung độ dai và đập với vết cắt có thể được cải thiện bởi việc giảm hàm lượng carbon và tăng hàm lượng Mangan.

Hàm lượng Niken(Ni), nhôm(Al), titan(Ti) và silic(Si) dưới 2% cũng cải thiện độ dai và đập với vết cắt. Hàm lượng của đồng(Cu) và crôm (Cr) lớn hơn 0.5% làm giảm độ dai và đập với vết cắt. Nói chung khí oxy (O₂) và Nitro (N₂) chứa trong thép làm giảm đặc tính của thép.



Hình 5.4 Ảnh hưởng của thành phần hoá học



Hình 5.5 Ảnh hưởng của gia công nguội và sự hóa già đối với độ dai và đập với vết cắt của thép thường

(b) Nhiệt luyện

Độ dai và đập với vết cắt có thể được cải thiện bởi việc nhiệt luyện. Độ dai và đập với vết cắt của thép được thường hóa tốt hơn đối với thép cán. Thép carbon thấp đã tôi và ram có độ dai và đập rất tốt.

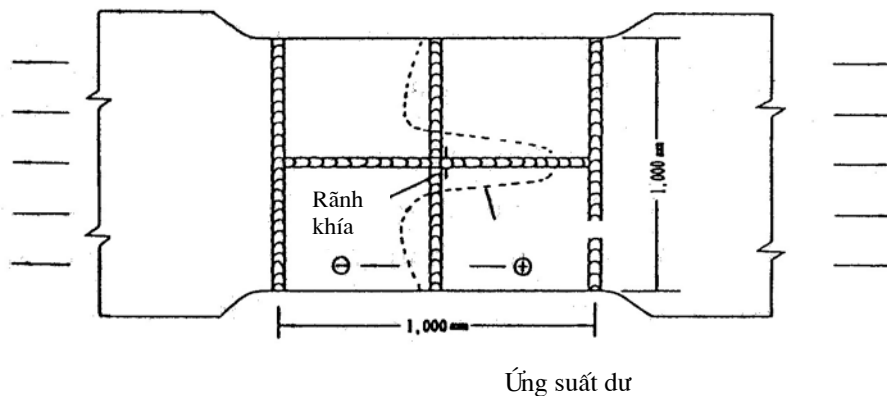
(c) Kích thước hạt tinh thể

Kích thước hạt tinh thể mịn hơn độ dai và đập với vết cắt của thép tốt hơn. Có thể đạt được kích thước hạt tinh thể nhỏ hơn bằng việc bổ xung lượng nhỏ titan (Ti) và nhôm (Al).

(d) Độ dai và đập với vết cắt của thép carbon thấp thường bị giảm đi do sự gia công nguội và sự hóa già.

(e) Nhiệt lượng giáng lên mối hàn trong quá trình hàn có ảnh hưởng lớn đến độ dai và đập của mối hàn.

Mẫu thử kéo với kích thước lớn thường được sử dụng để kiểm tra đặc tính ban đầu của vết nứt (crack initiation property) của sự gây giòn đối với mối hàn. Sự tồn tại đồng thời của vết cắt và ứng suất dư có thể làm xảy ra sự gây giòn tại nhiệt độ và ứng suất thấp.



Hình 5.6 Mẫu thử kéo kích với thước lớn

5.4 Sự biến đổi của vật liệu tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ)

- (a) Sự biến đổi của vật liệu tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) phụ thuộc vào tốc độ làm nguội của mối hàn.

Tốc độ làm nguội của mối hàn phụ thuộc vào:

- Nhiệt lượng giáng lên mối hàn.
- Chiều dày của vật liệu.
- Kiểu liên kết hàn.

Nhiệt lượng giáng lên mối hàn trong thực tế có ảnh hưởng lớn đến sự biến đổi của các vật liệu.

$$H = 60 \times I \times V / v \quad (\text{Joule/cm})$$

H: Nhiệt lượng giáng lên mối hàn (Joule/cm),

I: Cường độ dòng điện (ampere),

V: Điện áp hồ quang (Volt),

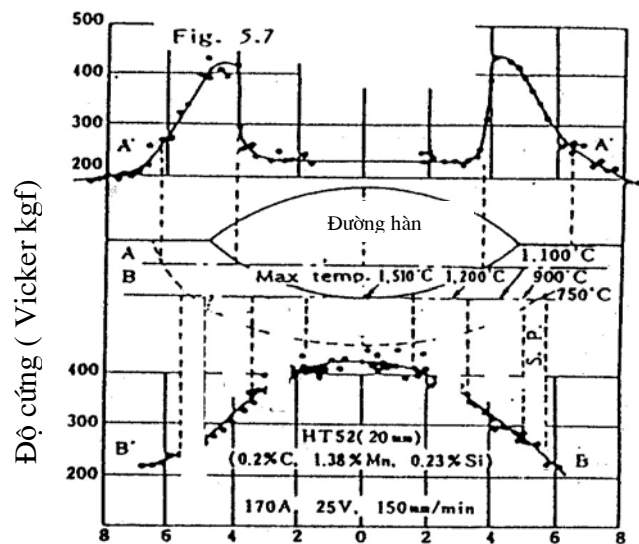
v: Tốc độ hàn (cm/phút)

Ví dụ: $I = 170\text{A}$, $V = 25\text{ V}$, $v = 15\text{cm/phút}$

Theo công thức tính trên ta có: $H = 17.000\text{ J/cm}$.

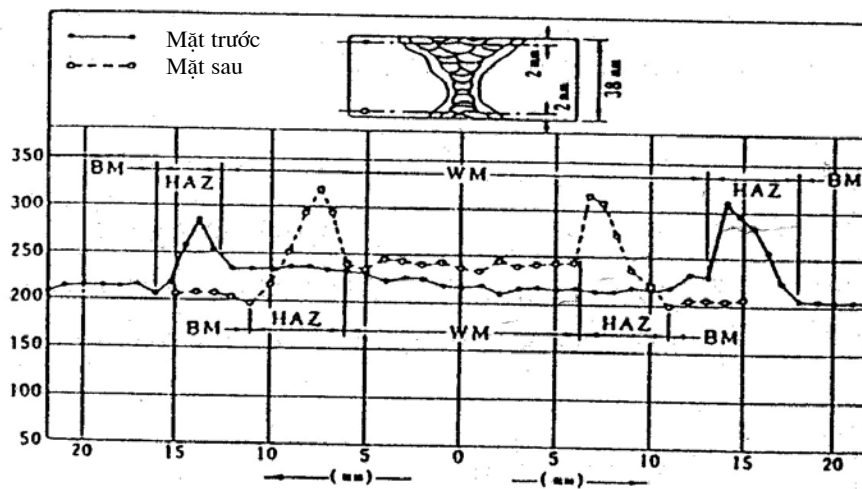
- (b) Cấu trúc kim loại học và độ cứng tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) biến đổi một cách liên tục.

“Độ cứng lớn nhất” có thể được xác định tại vùng hạt thô và điều này là quan trọng vì nó được xem như là một tiêu chí đánh giá tính hàn của thép.

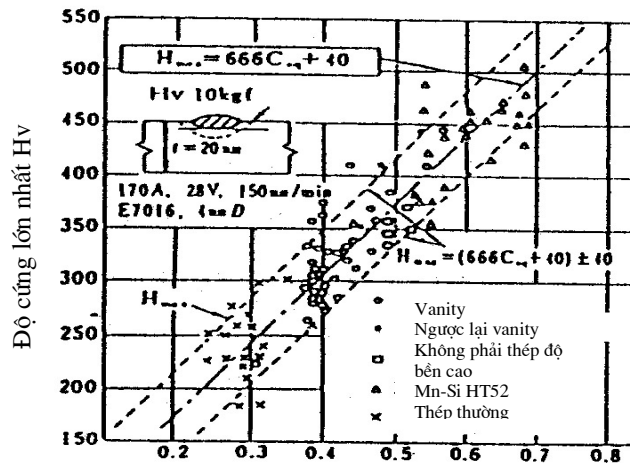


Khoảng cách từ tâm mối hàn

Hình 5.7 Sự phân bố độ cứng



Hình 5.8 Sự phân bố độ cứng



Hình 5.9 Ảnh hưởng của độ cứng lớn nhất

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} \%$$

(c) Mỗi nguyên tố hợp kim trong thép cho sự ảnh hưởng về độ cứng lớn nhất tại mỗi hàn các mức độ khác nhau. Nếu thành phần của các nguyên tố hợp kim được biết, độ cứng lớn nhất tại mỗi hàn có thể được ước lượng bằng cách sử dụng công thức tính “hàm lượng carbon tương đương” dưới đây:

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} \%$$

(công thức này thường được sử dụng ở Nhật bản)

$$Ceq = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \%$$

(Công thức này được sử dụng bởi Viện Hàn Quốc Tế và Châu Âu đối với thép có độ bền cao 50-60)

5.5 Nứt mối hàn và tính hàn

5.5.1 Nứt mối hàn

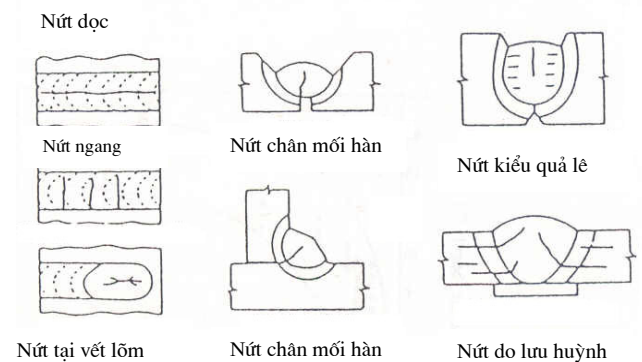
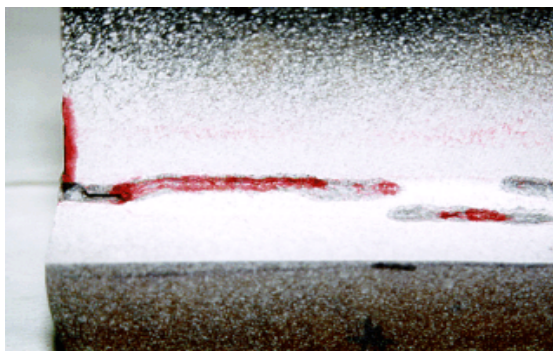
Các khuyết tật hàn, nói chung có thể được phân thành: khuyết tật hình dạng của đường hàn, nứt và các khuyết tật bên trong đường hàn. Nứt là dạng khuyết tật có hại nhất của mối hàn.

(a) Nứt nóng

Nứt nóng xảy ra lúc nguội tại khoảng nhiệt độ đông đặc. Nguyên nhân chính của nó là do sự tồn tại của các tạp chất với điểm nóng chảy thấp như lưu huỳnh (S), photpho (P), hoặc các nguyên tố Carbon (C), silic (Si), niken (Ni) có hàm lượng không tương ứng.

(b) Nứt nguội

Nứt nguội xảy ra ở nhiệt độ dưới 300°C. Nguyên nhân của nứt nguội là do Hydro xâm nhập vào trong kim loại mối hàn, ứng suất co ngót, sự tập trung ứng suất, sự biến cứng và không đủ sự giãn dài tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).



Hình 5.10 Nứt mối hàn

Công thức dưới đây thường được sử dụng để dự đoán độ nhạy của nứt:

$$P_c = P_{cm} + \frac{H}{60} + \frac{t}{600} \%$$

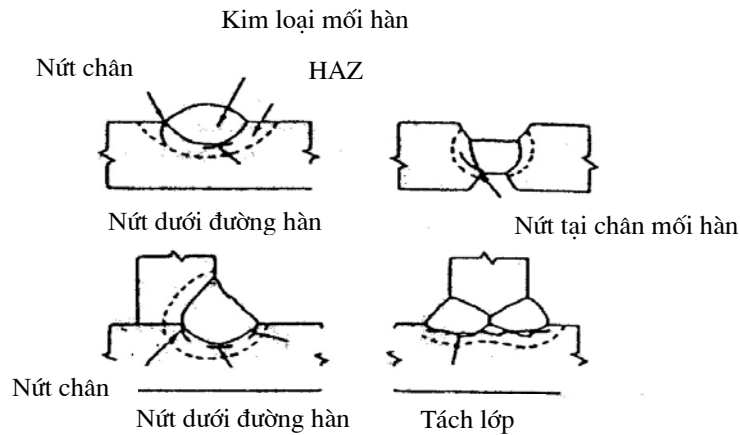
$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B\%$$

P_c : Độ nhạy nứt của mối hàn.

P_{cm} : Độ nhạy nứt của tấm thép.

H : Lượng hydro trong kim loại mối hàn (ml/100gr).

t : Chiều dày tấm kim loại



Hình 5.11 Nứt nguội

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

(c) Tách lớp

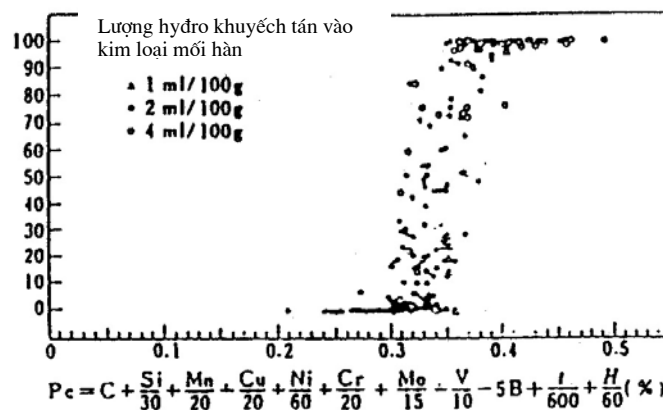
Khi có lực tác dụng theo hướng chiều dày của tấm, các tạp chất được tách ra trong tấm thép gây ra sự tách lớp mỏng. Khử lưu huỳnh có trong thép là phương pháp ngăn ngừa sự tách lớp có hiệu quả.

(d) Sự hóa giòn tại vùng ảnh hưởng nhiệt

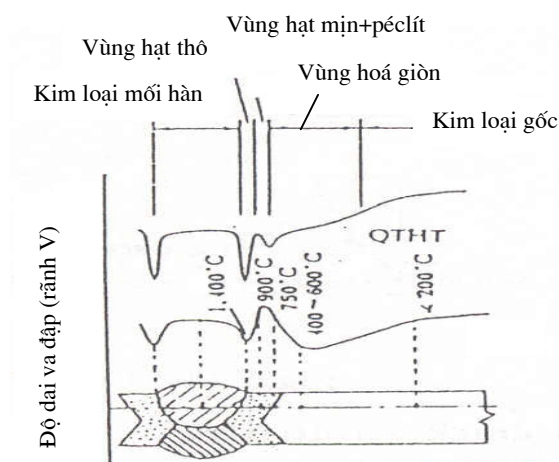
Hình 5.13 chỉ ra sự phân bố giá trị độ dai va đập một cách định tính mối hàn.

Hình 5.14 chỉ ra độ dai với vết khía tại vùng liên kết của mối hàn, làm giảm giá trị của nó theo sự tăng của nhiệt lượng giáng lên mối hàn.

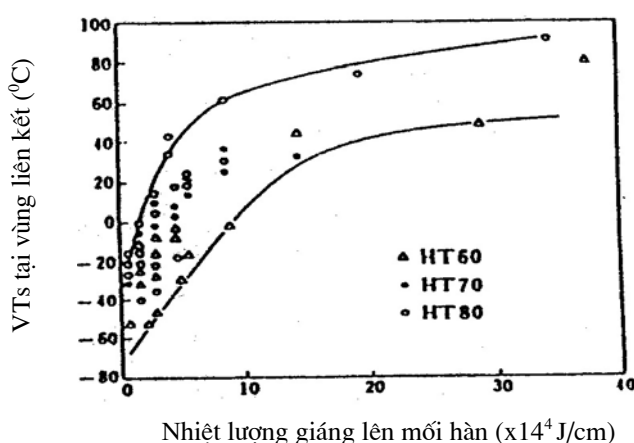
Khi sử dụng phương pháp hàn tự động với dòng hàn lớn (ví dụ như hàn hồ quang chìm) việc kiểm soát nhiệt lượng giáng lên mối hàn và nhiệt độ giữa các lớp hàn là rất quan trọng.



Hình 5.12 Mối quan hệ giữa độ nhạy nứt và giá trị P_c tại vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) bằng việc thử độ nhạy nứt với rãnh xẻ chữ Y.



Hình 5.13 Sự phân bố một cách định tính giá trị độ dài va đập tại mối hàn

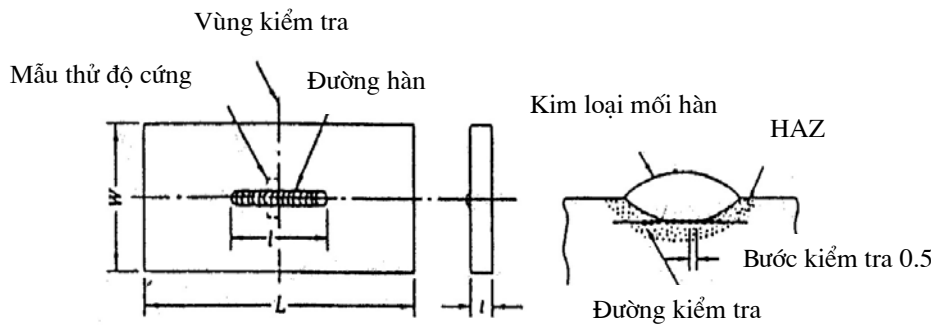


Hình 5.14 Mối quan hệ giữa nhiệt lượng giáng lên mối hàn và nhiệt độ chuyển biến của độ dài va đập với rãnh khía chữ V tại mối hàn

5.5.2 Tính hàn

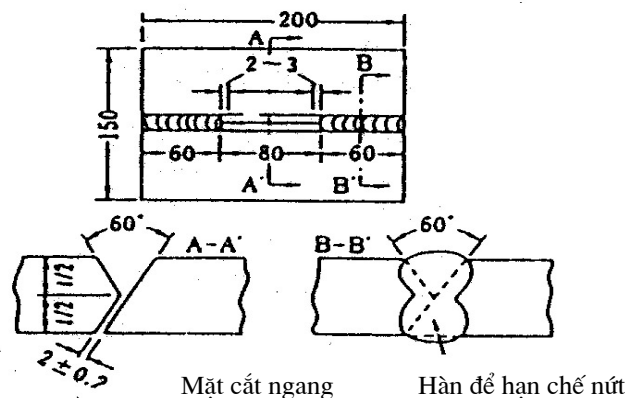
Mức độ mà việc hàn có thể thực hiện dễ dàng hay không dễ dàng được gọi là “tính hàn”. Một phương pháp đơn giản nhất để kiểm tra tính hàn của thép là đánh giá “độ cứng lớn nhất tại vùng ảnh hưởng nhiệt”.

	L	W	l	Ghi chú
Mẫu thử số 1	200	75	125	Tại nhiệt độ phòng
Mẫu thử số 2	200	150	125	Khi phương pháp gia nhiệt được áp dụng.



Hình 5.15 Thử độ cứng lớn nhất tại vùng ảnh hưởng nhiệt

Để kiểm tra hiệu lực của qui trình hàn, (sự thích hợp của kim loại hàn và vật liệu hàn), việc thử độ nhay nứt mối hàn khe hở lắp ghép kiểu chữ Y sẽ được thực hiện. Sau khi hàn, đường hàn được cắt ra và kiểm tra mặt cắt ngang tại các vị trí 2-3. Nếu không phát hiện thấy vết nứt trên toàn bộ các mặt cắt ngang thì qui trình hàn được xem là phù hợp.



Hình 5.16 Thử độ nhạy nứt mối hàn kiểu khe hở chữ Y.

5.6 Ngăn ngừa nứt mối hàn

5.6.1 Ngăn ngừa nứt nóng

(a) Thành phần hóa học của kim loại mối hàn

Các tạp chất như phot pho (P), lưu huỳnh (S) có trong thép và các loại vật liệu hàn cần phải được giảm đến mức tối thiểu nhất. Một lượng thích ứng của các nguyên tố hợp kim như mangan (Mn) lại có tác dụng. Việc khử các nguyên tố hợp kim như nitro (N_2), oxy (O_2), phot pho (P), lưu huỳnh (S) cần phải được thực hiện một cách nghiêm ngặt để kim loại mối hàn đạt được độ dẫn dài phù hợp.

(b) Tay nghề bậc thợ

Sự kiểm soát đúng các điều kiện hàn (dòng hàn, điện áp hồ quang, tốc độ hàn, gia nhiệt trước khi hàn, thao tác đi que hàn/ mở hàn ...) sẽ ngăn ngừa sự nứt dạng quả lê.

Phải thực hiện việc vát mép và lắp ghép khe hở phù hợp để ngăn ngừa có lực co quá lớn trên mối hàn.

5.6.2 Ngăn ngừa nứt nguội

Các điểm mấu chốt là: độ cứng của vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ), mức độ khuếch tán hydro (H_2) trong kim loại mối hàn và lực co trên mối hàn. Do vậy để ngăn ngừa nứt nguội cần lưu ý các điểm sau:

- (a) Chọn thép có hàm lượng carbon tương đương thấp.
- (b) Giảm tối thiểu sự khuếch tán hydro (H_2) trong kim loại mối hàn.
- (c) Nhiệt lượng giáng lên mối hàn không nên quá nhỏ.
- (d) Nên sử dụng việc gia nhiệt trước khi hàn.
- (e) Giảm tối thiểu sự co tại mối hàn.

6. VẬT LIỆU HÀN

Vật liệu hàn là vật liệu được sử dụng trong quá trình hàn như que hàn, dây hàn, thuốc hàn, ngoài ra còn có các loại khí sử dụng trong quá trình hàn.

6.1 Que hàn có thuốc bọc (phân loại và đặc tính của chúng)

Có rất nhiều loại que hàn được sử dụng cho các vật liệu có chứa sắt và các loại vật liệu không chứa sắt. Do đó, điều quan trọng là việc lựa chọn que hàn phù hợp để hàn đúng cho từng loại vật liệu cơ bản.

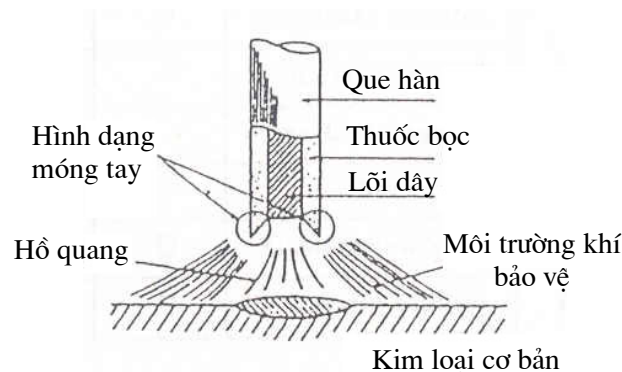
6.1.1 Lõi que hàn

Lõi của que hàn sử dụng cho hàn thép thường và thép có độ bền cao được chế tạo từ thép có hàm lượng carbon (C), photpho (P), lưu huỳnh (S) thấp. Lõi que hàn dùng để hàn thép hợp kim thấp, thép không gỉ và kim loại không có sắt thường được chế tạo từ các vật liệu tương đương như các vật liệu của kim loại mối hàn yêu cầu.

6.1.2 Thuốc bọc que hàn (chất trợ dung)

Thuốc bọc nhằm tạo ra các tác dụng khác nhau dưới đây để giúp việc hàn được dễ dàng và tạo ra kim loại mối hàn có chất lượng cao:

(1) Tạo dạng móng tay



Hình 6.1 Tạo dạng móng tay

Thuốc bọc nóng chảy hơi chậm hơn lõi, có dạng hình móng tay tạo ra sự ổn định và tập trung hồ quang và như vậy làm công việc hàn được dễ dàng.

(2) Hình thành môi trường khí bảo vệ

Thuốc bọc tạo ra lượng khí đáng kể khi bị tác dụng bởi nhiệt hồ quang. Các khí này làm cách ly kim loại mối hàn khỏi oxy (O_2) và nitơ (N_2) của môi trường khí quyển, làm tăng thêm chất lượng mối hàn.

(3) Tạo xỉ

Các chất chứa trong thuốc bọc cùng với lõi que nóng chảy hình thành vũng nóng chảy. Sự tập trung này tạo kim loại nóng chảy liên tục và hình thành mối hàn với rất ít khuyết tật.

Do có các dạng kết hợp khác nhau của giới hạn nóng chảy, độ nhớt, trọng lượng riêng,... do vậy có thể tạo ra một loại que hàn có thể sử dụng cho bất kỳ vị trí nào hoặc những ứng dụng hàn đặc biệt.

(4) Tác dụng khử oxy

Khi được pha trộn với các chất khử oxy như mangan(Mn) hoặc silic(Si), chất trợ dung có tác dụng khử oxy(O_2) và nito(N_2) khỏi kim loại hàn để ngăn ngừa các khuyết tật lỗ rỗng. Có khoảng 100 thành phần trong chất trợ dung bao gồm oxit sắt, đá vôi, silic, các chất hữu cơ, florua và hợp kim sắt được pha trộn với nhau theo các tỷ lệ khác nhau để tạo thành chất trợ dung có chất lượng mong muốn. Bảng dưới đây liệt kê thành phần các trợ dung được sử dụng:

Bảng 6.1 Loại và tác dụng của các chất trợ dung

Tác dụng Thành phần chất trợ dung	Ổn định hồ quang	Tạo xỉ	Khử oxy	Oxy hóa	Tạo khí	Bổ xung các nguyên tố hợp kim	Tăng cường thuốc bọc	Hấp thụ của chất trợ dung
Xenluloza			O		⊗		O	
Đất sét	O	⊗						
Tare	O	⊗						
Oxit Titan	⊗	⊗						
	⊗	⊗						
Oxit sắt	O	⊗		⊗				
Carbonat Canxi	O	⊗		O	⊗			
Feromangan		⊗	⊗			O		
Dioxít mangan		⊗		O		O	O	
Cát Oxit Silic		⊗		O		O		
Kali Silicat	⊗	⊗						⊗
Natri Silicat	O	⊗						⊗

Ghi chú:

⊗ - là chức năng chính; O - là chức năng phụ.

Sự kết hợp của các chất này được gọi là loại của chất trợ dung.

Mỗi loại chất trợ dung có các đặc tính khác biệt riêng của nó như độ bền của kim loại mối hàn và khả năng sử dụng của que hàn.

Vì vậy mong muốn để lựa chọn loại que hàn với loại chất trợ dung phù hợp phụ thuộc vào chiều dày tấm vật liệu, hình dạng của liên kết hàn, tính chất cơ học của kim loại cơ bản, vị trí hàn, vv ...

6.1.3 Loại và đặc tính của que hàn có thuốc bọc dùng cho hàn thép thường

Que hàn có vỏ bọc dùng cho thép thường được phân loại như sau:

(1) Que hàn với vỏ bọc loại Ilmenite

Thuốc bọc có chứa khoảng 30% ilmenite (cát có chứa khoảng 40% TiO_2). Thuốc bọc loại này đã được nghiên cứu và phát triển qua các quá trình thử nghiệm và đang được ứng dụng rộng rãi tại Nhật bản. Thuốc bọc này có xỉ với độ chảy loãng cao, tăng cường hồ quang, thấu sâu, bao phủ tốt và tạo đường hàn có hình dáng đẹp.

(2) Que hàn với vỏ bọc loại vôi Titan

Que hàn loại này có chất trợ dung chứa 30% dioxite Titan (TiO_2) và 20% chất cơ bản như carbonate canxi. Hồ quang của nó êm hơn và độ thấu kém hơn độ thấu của que hàn có vỏ bọc loại ilmenite.

Que hàn với vỏ bọc loại với Titan được sử dụng cho tất cả các vị trí hàn, nhưng rất tốt đối với vị trí hàn bằng và hàn leo mỗi hàn góc.

(3) Que hàn với vỏ bọc loại xenlulô cao

Que hàn loại này vỏ bọc có chất trợ dung chứa 20% các chất hữu cơ, các chất hữu cơ này tạo ra khí trong quá trình cháy để bảo vệ kim loại mối hàn, do đó que hàn loại này được gọi là loại que hàn sinh khí bảo vệ. Do cường độ hồ quang lớn, mối hàn thấu sâu và lượng xỉ ít, nên que hàn loại này biệt phù hợp cho hàn các vị trí hàn đứng từ trên xuống và vị trí hàn bằng. Tuy nhiên độ chảy loãng quá lớn và hình dáng bên ngoài của đường hàn hơi thô, do vậy nên hạn chế sử dụng que hàn có thuốc bọc loại này cho các kết cấu nhẹ.

(4) Que hàn với vỏ bọc loại oxit Titan cao

Que hàn loại này có chất trợ dung với tỷ lệ phần trăm oxit Titan cao. Hồ quang êm và một chút chảy loãng, xỉ của nó có độ nhớt cao. Que hàn loại này sử dụng phù hợp cho tất cả các vị trí hàn và tốt cho vị trí hàn đứng từ trên xuống.

Que hàn loại này cho mối hàn có độ thấu kém, do vậy nó cho phép hàn các tấm thép mỏng, và cho các kết cấu nhẹ.

(5) Que hàn với vỏ bọc loại hydro thấp

Chất trợ dung sử dụng cho que hàn loại này bao gồm chất cơ bản là carbonate canxi (CaCO_3). Chất trợ dung tạo ra một ít hydro trong quá trình cháy, và khí dioxit carbon (CO_2) được tạo ra do sự phân hủy carbonate canxi sẽ bảo vệ hồ quang. Do đó, nếu hàn các tấm thép dày, thép có độ bền cao, thép hợp kim thấp và thép carbon trung bình thì khả năng xảy ra hiện tượng nứt tại kim loại mối hàn là nhỏ. Tuy nhiên, hồ quang không ổn định và sự nóng chảy giảm nhiều so với các que hàn có loại chất trợ dung khác. Que hàn loại này phù hợp cho các kết cấu hàn quan trọng với tất cả các vị trí, bao gồm cả hàn đứng từ trên xuống, do nó có độ dẻo và độ dai tốt cũng như độ bền kéo cao.

(6) Que hàn với vỏ bọc loại có bột sắt và loại dioxit Titan

Que hàn loại này có chất trợ dung với thành phần oxit Titan cao cùng với một lượng lớn bột sắt và có hiệu suất cao hơn que hàn có chất trợ dung loại oxit Titan cao. Tuy nhiên việc ứng dụng của nó bị hạn chế và chỉ được sử dụng cho vị trí hàn bằng và hàn ngang mỗi hàn góc.

(7) Que hàn với vỏ bọc loại có bột sắt và hydro thấp

Que hàn loại này có chất trợ dung loại hydro thấp cùng với một lượng lớn bột sắt. Tốc độ đông đặc của nó cao hơn loại que hàn với vỏ bọc hydro thấp. Chất lượng của kim loại mối hàn tương tự như chất lượng kim loại mối hàn sử dụng que hàn loại vỏ bọc hydro thấp, nhưng sự sử dụng của nó bị hạn chế và chỉ được sử dụng cho vị trí hàn bằng và hàn ngang mỗi hàn góc.

(8) Que hàn với vỏ bọc loại bột sắt và oxit sắt

Que hàn loại này chất trợ dung chứa thành phần chính là oxit sắt kết hợp với bột sắt. Nó có thể được sử dụng cho mối hàn bằng và hàn ngang mỗi hàn góc. Khi hàn kim loại que hàn rơi tự nhiên dưới dạng phun và lượng bắn tóe được giới hạn, xỉ của nó dễ làm sạch.

Que hàn loại này được sử dụng có hiệu quả với phương pháp hàn trọng lực.

Bảng 6.2 Các thông số kỹ thuật của que hàn có thuốc bọc dùng cho thép thường

Phân loại (theo tiêu chuẩn JIS của Nhật bản)	Loại thuốc bọc	Vị trí hàn (1)	Dòng hàn sử dụng (2)	Cơ tính của kim loại mối hàn				Ký hiệu que hàn của hãng Kobe
				T.S (kg/m ²) (3)	Y.P (kg/m ²) (4)	E.L (%) (5)	Độ giai va đập (0°C. kg-m)	
D4301	Loại ilmenite	F,V,OH,H	AC hoặc DC (±)	≥ 43	≥ 35	≥ 22	≥ 4.8	B-17, B-14, B-10, B-8, BI-14, B-15
D4302	Loại vôi Titan	F,V,OH,H	AC hoặc DC (±)	≥ 43	≥ 35	≥ 22	≥ 2.8	TB-24, TBI-24, TB-43, TB-32
D4311	loại xenlulô cao	F,V,OH,H	AC hoặc DC (+)	≥ 43	≥ 35	≥ 22	≥ 2.8	HC-24
D4313	loại oxit Titan cao	F,V,OH,H	AC hoặc DC (-)	≥ 43	≥ 35	≥ 17	-	RB-26, B-33, TB-35
D4316	Loại hydro thấp	F,V,OH,H	AC hoặc DC(+)	≥ 43	≥ 35	≥ 25	≥ 4.8	LB-47, LB-26, LB-47A, LBM-47, LBM-26, LB-26V, LB-52U, LB-52R
D4324	Loại có bột oxit sắt, oxit titan	F,H-Fil	AC hoặc DC (±)	≥ 43	≥ 35	≥ 17	-	LB-24, FB-24
D4326	Loại hydro thấp có bột sắt	F,H-Fil	AC hoặc DC(+)	≥ 43	≥ 35	≥ 25	≥ 4.8	-
D4327 (6)	Loại oxit sắt, bột sắt	F,H-Fil	AC hoặc DC (±) cho F, và AC hoặc DC (-) cho H-Fil	≥ 43	≥ 35	≥ 25	≥ 2.8	B-27, LAP-27, IB-25 Autocon-27, IB-25D
D4340	Loại đặc biệt	Tất cả các vị trí F,V,OH,H, H-Fil hoặc một trong các vị trí	AC hoặc DC (±)	≥ 43	≥ 35	≥ 22	≥ 2.8	Autocon-01, LTB-47

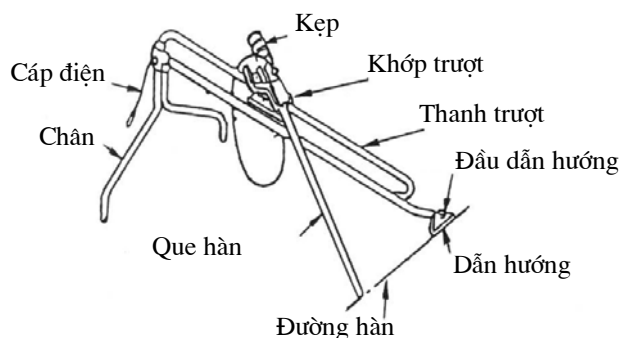
Chú thích:

- (1) Các ký hiệu vị trí hàn: F - hàn bằng, V- Hàn đứng, OH-Hàn trần, H- Hàn ngang, H-Fil Mối hàn góc ở vị trí hàn ngang.

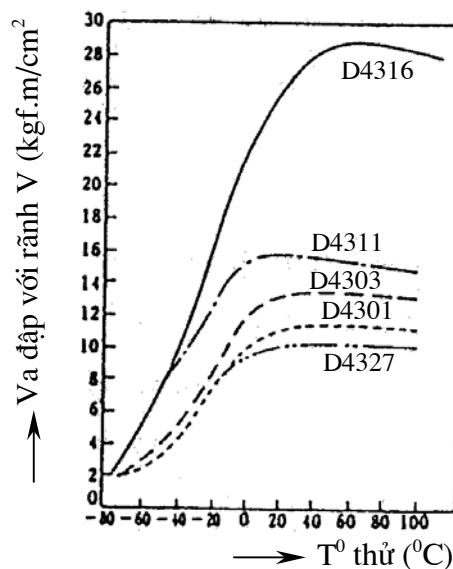
- (2) Ký hiệu dòng hàn: AC- dòng xoay chiều, DC (\pm)- Dòng một chiều với que hàn là điện cực dương và điện cực âm, DC(+): Dòng một chiều và que hàn là điện cực dương, DC(-): Dòng một chiều và que hàn là điện cực âm.
- (3) T.S: giới hạn bền kéo (kg/mm^2).
- (4) Y.P: giới hạn chảy (kg/mm^2).
- (5) E.L: độ giãn dài (%).
- (6) Đối với D4327, giảm độ bền kéo 1kg/mm^2 cho độ giãn dài tăng 2% là được chấp nhận, và cho giới hạn chảy lớn hơn 33 kg/mm^2 và giới hạn bền kéo lớn hơn 41 kg/mm^2 .

Ký hiệu phân loại D43xx có nghĩa là:

- D: Que hàn có thuốc bọc.
- 43: Đảm bảo độ bền kéo của kim loại mối hàn là 43kg/mm^2 .
- xx: Loại thuốc bọc.



Hình 6.2 Hàn trọng lực



Hình 6.3 Giá trị độ dai va đập của kim loại đắp

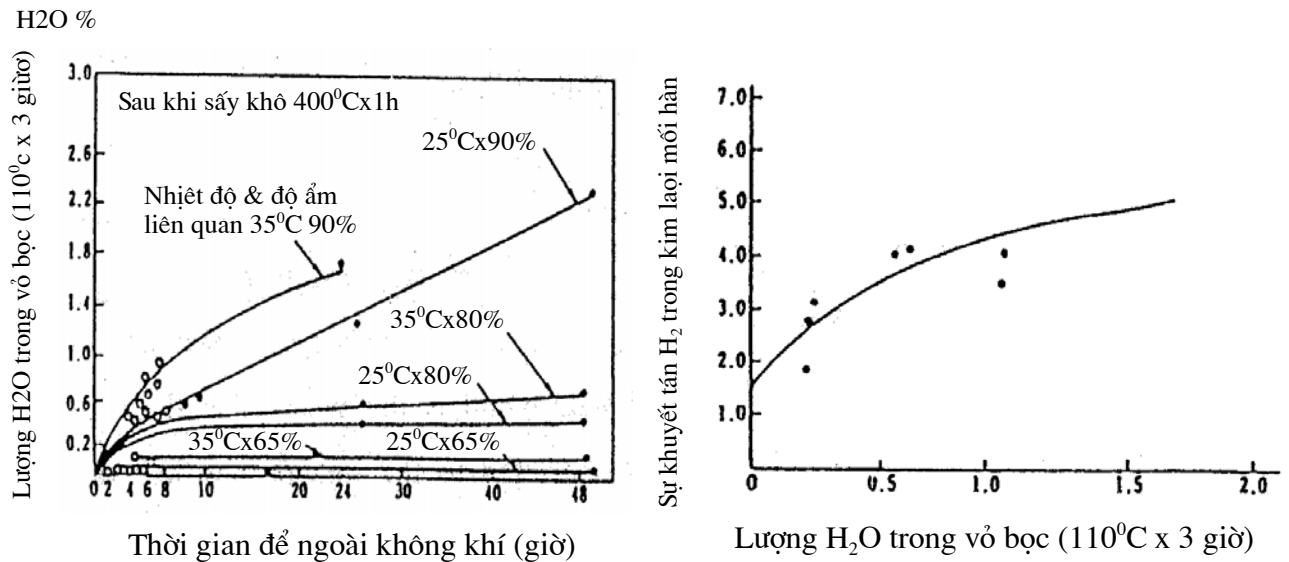
Bảng 6.3 Thành phần hóa học khí bảo vệ (%)

Loại que hàn	CO	CO ₂	H ₂	H ₂ O
D4301	48.1	4.8	36.6	10.5
D4311	42.3	2.9	41.2	12.6
D4313	46.7	5.3	34.5	13.5
D4316	79.8	16.9	1.8	1.5
D4320	55.6	7.3	24.0	13.1

6.2 Những lưu ý khi sử dụng que hàn có thuốc bọc

6.2.1 Sấy que

Như đã đề cập ở các phần trên, khi lượng hydro khuếch tán vào trong kim loại mối hàn tăng, có thể làm nứt kim loại mối hàn. Mặc dù tất cả các que hàn đã được sấy và khô tuyệt đối trong quá trình chế tạo, nhưng khi bỏ ra ngoài không khí nó sẽ hấp thụ hơi ẩm. Do vậy khi que hàn bị ẩm phải được sấy lại theo các điều kiện do nhà chế tạo qui định.

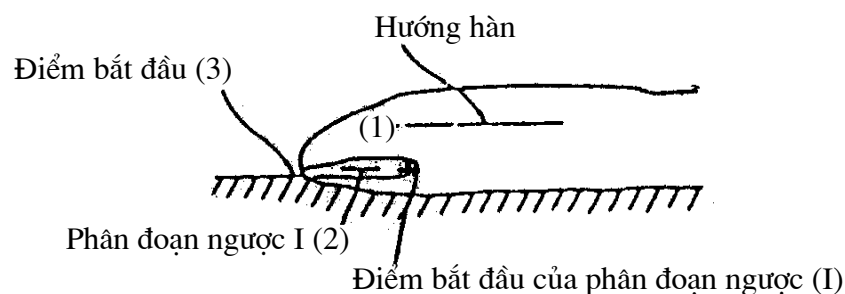


Hình 6.4 Độ ẩm của que hàn và sự khuếch tán của hydro trong kim loại đắp (đối với loại que hàn hydro thấp)

6.2.2 Cách sử dụng que hàn loại hydro thấp

Que hàn loại này có các đặc tính tốt và được sử dụng chủ yếu trong hàn các kết cấu quan trọng. Tuy nhiên để đạt được mối hàn có chất lượng cao nhất phải lưu ý các vấn đề sau:

- (1) Sấy que hàn với nhiệt độ qui định trước khi sử dụng. Khi que hàn sử dụng trong môi trường ẩm nó phải được giữ trong tủ sấy que xách tay đến ngay trước khi hàn.
- (2) Kỹ thuật hàn phân đoạn ngược được sử dụng để ngăn ngừa xảy ra khuyết tật lỗ rỗng tại vị trí bắt đầu của mỗi đường hàn.
- (3) Chiều dài hồ quang phải duy trì ngắn nhất để ngăn ngừa khuyết tật rỗ khí và lỗ rỗng.
- (4) Khi hàn dao động ngang của que hàn phải nên duy trì trong khoảng 3 lần đường kính que hàn.
- (5) Bề mặt của rãnh hàn phải được làm sạch cẩn thận trước khi hàn. Các nguồn sinh hydro như gỉ, nước, dầu và sơn phải được làm sạch hoàn toàn.



Hình 6.5 Hàn phân đoạn ngược tại vị trí bắt đầu của đường hàn

6.3 Que hàn sử dụng cho hàn thép có độ bền cao

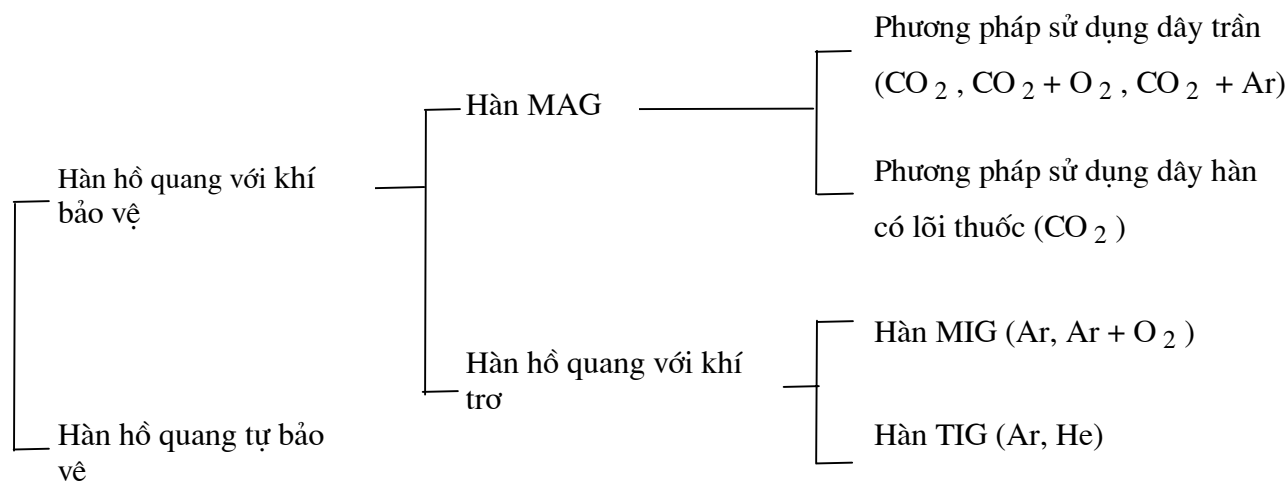
Độ bền của kim loại mối hàn càng cao thì hàm lượng hydro càng thấp, do phải xem xét độ nhạy của hydro với nứt. Do vậy các que hàn được sử dụng cho thép có độ bền cao phải có các đặc tính sau:

- (1) Độ bền kéo và giới hạn bền chảy phải tương đương hoặc lớn hơn so với độ bền chảy và giới hạn bền kéo của kim loại cơ bản.
- (2) Độ dai va đập với rãnh khía tốt.
- (3) Để khả năng nứt thấp thì lượng Hydro khuếch tán vào trong kim loại mối hàn được phải thấp. Vì đây là yêu cầu quan trọng đối với que hàn sử dụng cho thép có độ bền cao, do đó loại que hàn hydro thấp là loại que duy nhất được sử dụng.
- (4) Phải thuận tiện trong thao tác để đạt được mối hàn tốt.

6.4 Các loại vật liệu hàn cho hàn bán tự động và tự động

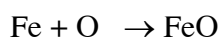
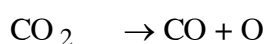
6.4.1 Vật liệu hàn sử dụng cho hàn hồ quang với khí bảo vệ

(1) Phân loại vật liệu hàn

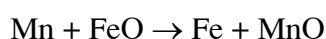
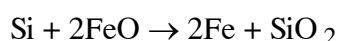


(2) Vật liệu hàn sử dụng cho hàn với khí CO₂

Ở nhiệt độ rất cao của hồ quang hàn, khí CO₂ tách oxy và oxy hóa sắt (Fe):



Do vậy, các dây hàn sử dụng cho phương pháp hàn này có thành phần mangan và silic cao để khử oxy tạo thành xỉ:



(3) Vật liệu hàn sử dụng cho hàn MIG

Hàn MIG được thực hiện trong môi trường khí trơ (không có các khí O₂, N₂, H₂) do đó không bị ảnh hưởng của môi trường không khí và đạt được mối hàn có chất lượng tốt. Mặc dù

chi phí của khí sử dụng cho phương pháp hàn đất hơn nhiều so với các khí khác, nhưng phương pháp này được sử dụng rất có hiệu quả cho việc hàn thép có độ bền cao, thép mác cao và các loại thép hợp kim và kim loại phi sắt như các hợp kim nhôm và hợp kim đồng.

(4) Các lưu ý để đạt được mối hàn chất lượng tốt

- (a) Dây hàn phải được lưu trữ ở nơi điều kiện khô ráo để không bị gỉ.
- (b) Cần phải che chắn gió trong khi hàn, khi hàn tốc độ gió phải được giữ nhỏ hơn 2 m/giây để giữ môi trường khí trơ bảo vệ được hồ quang hàn và vùng kim loại nóng chảy.
- (c) Duy trì tốc độ cấp dây đều, tránh để cáp dẫn dây bị uốn đột ngột.
- (d) Để có lưu lượng khí bảo vệ đều trong quá trình hàn, phải thường xuyên làm sạch đầu mỏ hàn do kim loại bắn tóe bám vào đầu mỏ hàn.

6.4.2 Vật liệu hàn sử dụng cho hàn hồ quang dưới lớp thuốc trợ dung (hàn hồ quang chìm)

(1) Dây hàn

Theo tiêu chuẩn JIS, dây hàn dùng cho hàn thép thường được phân loại bởi thành phần carbon(C), mangan(Mn), silic(Si). Dây hàn có chứa Crôm(Cr), niken(Ni), molipden(Mo), titan(Ti), niobium(Nb), vv... cũng được chế tạo để hàn thép có độ bền cao, thép hợp kim thấp và thép không gỉ.

Dây hàn được mạ một lớp đồng mỏng để chống gỉ và tăng khả năng dẫn điện.

(2) Thuốc hàn

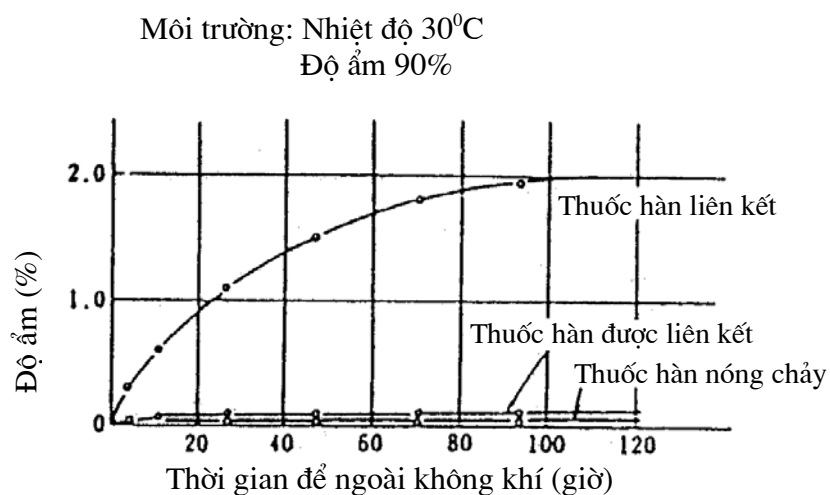
Có hai loại thuốc hàn được sử dụng:

a) Thuốc hàn nóng chảy

Thuốc này được sản xuất sao cho tất cả các vật liệu thô phải được trộn, làm nóng chảy, làm nguội và tạo hạt theo kích thước yêu cầu. Nhưng trong quá trình sản xuất các vật liệu thường tiếp xúc với nhiệt độ cao và khó bổ sung các nguyên tố hóa học vào trong kim loại mối hàn mà không có bất kỳ sự thay đổi nào. Do đó loại thuốc hàn này thường được sử dụng kết hợp với dây hàn có chứa các kim loại hợp kim.

b) Thuốc hàn liên kết

Thuốc hàn loại này được sản xuất sao cho các vật liệu thô được kết hợp với thủy tinh lỏng, sau đó được tạo hạt và sấy tại nhiệt độ thấp hơn loại thuốc hàn nóng chảy. Điều này có nghĩa là các nguyên tố hợp kim sẽ không thay đổi bản chất tự nhiên và có thể được bổ sung vào trong kim loại mối hàn một cách có hiệu quả. Do vậy dây hàn được sử dụng với thuốc hàn loại này thường là thép thường. Nhưng do thuốc hàn loại này có hạt xộp và dễ hút ẩm, do vậy trước khi sử dụng nó cần phải sấy khô trong tủ sấy trong thời gian khoảng 1 giờ tại nhiệt độ 200°C - 300°C.



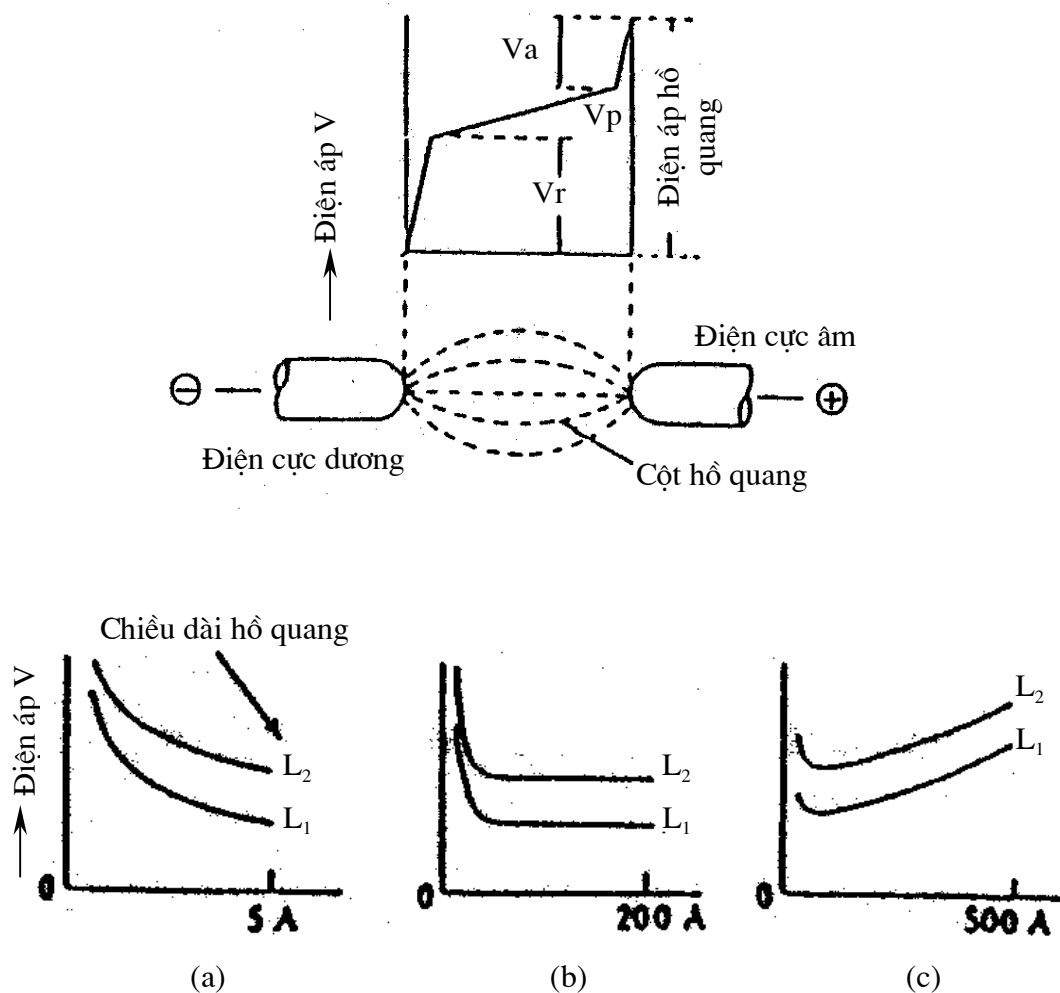
Hình 6.6 Đặc tính hút ẩm của thuốc hàn sử dụng cho phương pháp hàn hồ quang chìm

- (3) Khi phương pháp hàn hồ quang chìm được áp dụng, sự kết hợp của dây hàn và thuốc hàn là rất quan trọng để đạt được mối hàn cho chất lượng mong muốn

7. MÁY HÀN VÀ MÁY CẮT

7.1 Đặc tính hồ quang

V_a: Điện áp rơi trên anode
 V_p: Điện áp rơi cột hồ quang
 V_r: Điện áp rơi trên Cathode

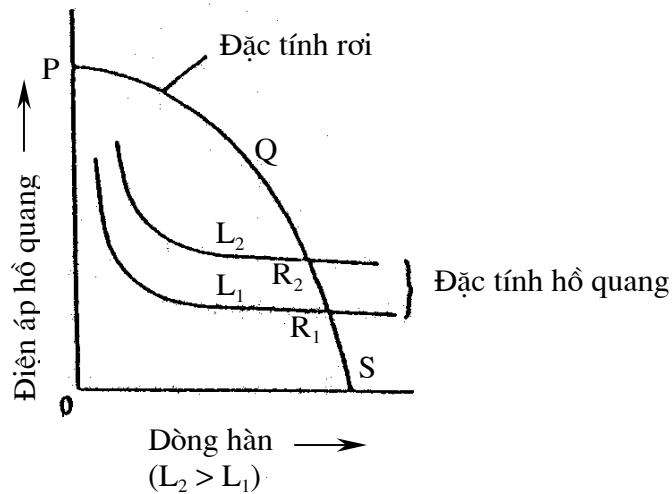


Hình 7.1 Đặc tính hồ quang

- (a) Dòng nhỏ (b) Hàn hồ quang tay và hàn hồ quang chìm với dây hàn có đường kính lớn
 (c) Hàn CO₂ hoặc hàn MIG, sử dụng cường độ dòng điện cao với dây hàn đường kính nhỏ.

7.2 Chức năng của máy hàn

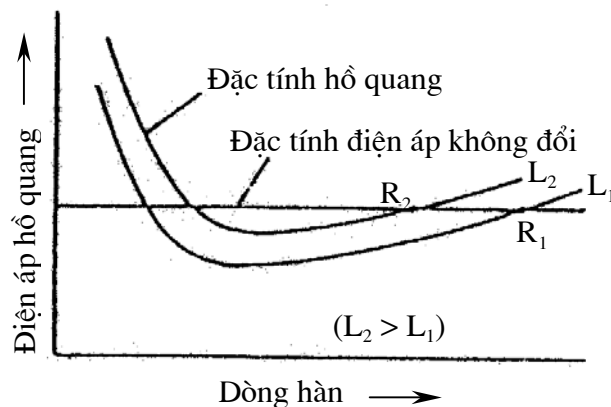
(a) Đặc tính rơi của máy hàn và đặc tính rơi của hồ quang



Hình 7.2 Đặc tính rơi

Hàn dòng xoay chiều hoặc một chiều (AC/DC) với que hàn có thuốc bọc, Hàn hồ quang chìm, hàn TIG dòng xoay chiều hoặc một chiều (AC/DC), v.v ...

(b) Đặc tính điện áp không đổi của máy hàn và hồ quang hàn



Hàn MIG, MAG, CO₂, ...

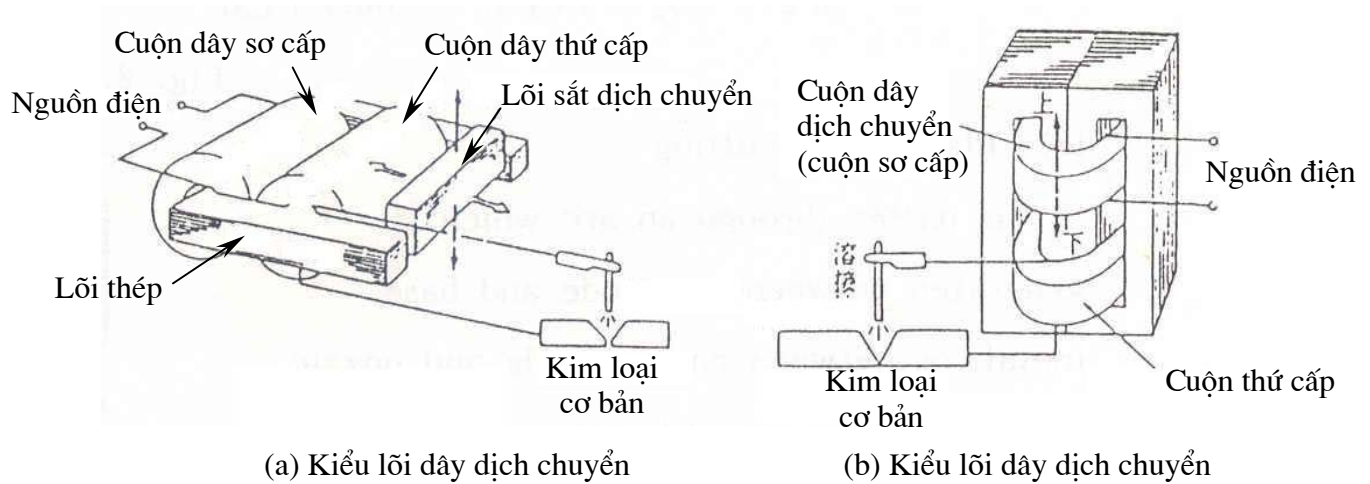
Hình 7.3 Đặc tính điện áp không đổi

7.3 Cấu tạo của máy hàn

7.3.1 Máy hàn hồ quang xoay chiều (AC)

Máy hàn xoay chiều là máy có cấu tạo đơn giản, giá thành thấp và được sử dụng rộng rãi. Áp dụng phương pháp hàn hồ quang tay với que hàn có thuốc bọc, hàn hồ quang chìm và hàn TIG cho việc hàn nhôm chủ yếu sử dụng máy hàn loại này.

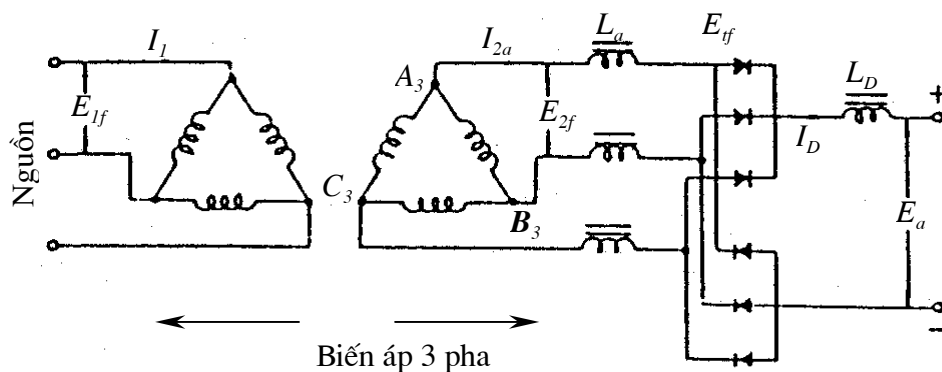
Hình 7.4 mô tả “Máy hàn xoay chiều kiểu lõi sắt có thể dịch chuyển”. Với việc điều chỉnh lõi sắt bằng tay, thông lượng rò cũng như dòng hàn có thể được thay đổi.



Hình 7.4 Cấu tạo của máy hàn xoay chiều

7.3.2 Máy hàn hồ quang một chiều (DC)

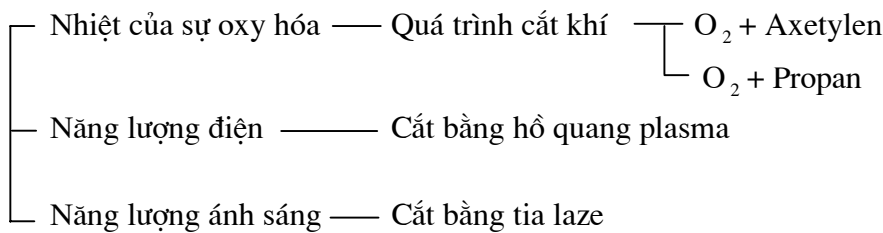
Máy hàn một chiều (DC) có cấu tạo phức tạp hơn nhiều so với máy hàn xoay chiều(AC) do việc chế tạo bộ chỉnh lưu. Tuy nhiên máy hàn một chiều(DC) có lợi thế là ổn định hồ quang và do vậy phù hợp cho việc hàn tấm mỏng, thép không gỉ, kim loại không có sắt và hàn thép sử dụng các phương pháp hàn như hàn hồ quang CO₂, hàn MIG, hàn điện khí, hàn TIG.



Hình 7.5 Cấu tạo của máy hàn một chiều(DC)

8. CẮT

8.1 Phương pháp cắt



(1) Cắt khí

Do quá trình cắt có hiệu xuất, chất lượng và thiết bị đơn giản nên phương pháp cắt bằng khí được sử dụng rất rộng rãi.

Hình 8.1 Mỏ cắt khí



Sau khi đốt nóng vị trí bắt đầu cắt bằng việc sử dụng ngọn lửa gas, Oxy phun ra với áp lực cao được hướng vào tấm thép, thép bị đốt cháy và bị cắt. Do quá trình cháy của thép tạo ra nhiều năng lượng của các phản ứng hóa học nên quá trình cắt được thực hiện liên tục.

(2) Cắt bằng hồ quang Plasma

Quá trình cắt bằng hồ quang plasma được áp dụng cho việc cắt và thổi của hầu hết các kim loại thông qua việc sử dụng hồ quang bị co thắt lại và hồ quang này làm nóng chảy kim loại cục bộ, kim loại nóng chảy ngay lập tức bị thổi đi bởi luồng khí có tốc độ cao đã bị ion hóa hoặc plasma được phát ra từ miệng co thắt của mỏ. Hồ quang plasma hoạt động ở nhiệt độ khoảng 9.985°C đến 13.870°C.

Quá trình này đã được sử dụng từ cuối năm 1950 dùng cho việc cắt và thổi bất kỳ loại vật liệu kim loại nào, nó được sử dụng rất có hiệu quả đối với việc cắt thép không gỉ và các hợp kim không có sắt mà không thể cắt hoặc thổi bằng phương pháp sử dụng nhiên liệu oxy. Do quá trình cắt plasma thực hiện ở nhiệt độ cao hơn nhiều so với quá trình sử dụng nhiên liệu oxy, nó cắt ngay lập tức không cần phải gia nhiệt.

Quá trình cắt plasma được sử dụng với hoặc mỏ cầm tay hoặc mỏ được gắn trên bàn trượt. Các mỏ ban đầu được gắn trên máy và hoạt động với dòng cao (khoảng 100A đến 1000A) sử dụng

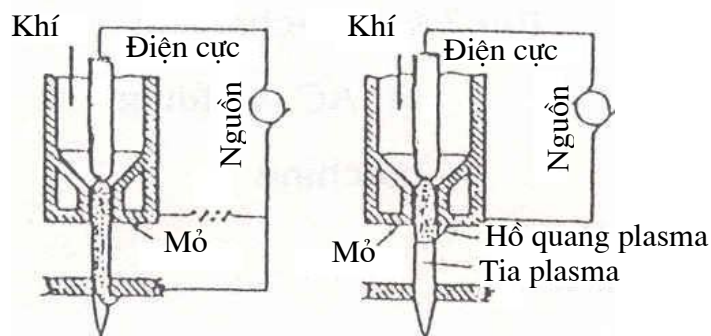
với khí argon, nitro, ...Gần đây các mỏ cầm tay đã được phát triển và làm việc với dòng khoảng 20A đến 125A và sử dụng nitro hoặc không khí làm khí plasma.

Nguồn cung cấp cho việc cắt hồ quang plasma và thổi phải có đặc tính dòng roi và điện áp cao hơn nguồn hàn định mức. Hầu hết các nguồn cung cấp cũng gắn mạch điều chỉnh việc mở và tắt plasma, điều chỉnh dòng và dẫn hướng hồ quang cho việc môi hồ quang. Các thiết bị này cũng trang bị khóa liên động nhằm mục đích an toàn và ngăn ngừa người vận hành tiếp xúc với điện áp cao nếu mỏ bị hở.

Mỏ cắt plasma bao gồm điện cực và miệng phun. Điện cực làm bằng đồng với lượng nhỏ hafni (Hf) đặt vào tâm của đầu điện cực. Hồ quang được phát ra từ hafni và dần dần bị mòn đi trong quá trình sử dụng, và điều này yêu cầu điện cực phải thay đổi định kỳ. Đầu của mỏ lắp miệng phun làm co thắt hồ quang plasma. Các miệng phun có kích thước khác nhau, miệng phun đường kính nhỏ hoạt động với điện áp thấp và tạo ra hồ quang hẹp và được co thắt nhiều hơn miệng phun có đường kính lớn. Các miệng phun cũng bị mòn đi trong quá trình sử dụng và phải được thay thế nếu hồ quang ra quá rộng.

Mỏ cắt plasma có thể được sử dụng cho việc thổi kim loại, các thay đổi chính là đầu của miệng phun có đường kính lớn hơn miệng cắt và mỏ được giữ ở vị trí tạo góc khoảng 30^0 so với phương ngang khác với việc giữ vuông góc khi cắt. Phương pháp thổi plasma có thể được áp dụng đối với tất cả các kim loại và đặc biệt phù hợp đối với nhôm và thép không gỉ, nếu việc cắt sử dụng nhiên liệu oxy là không hiệu quả và phương pháp thổi hồ quang carbon có xu hướng làm nhiễm bẩn carbon vào trong vật liệu.

Gần đây, công nghệ cắt plasma đã có những bước phát triển mạnh và nó ngày càng được sử dụng rộng rãi.



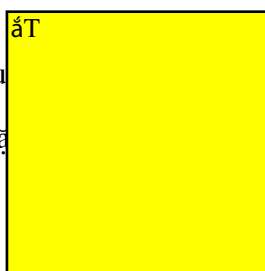
Hình 8.2 Mỏ cắt plasma

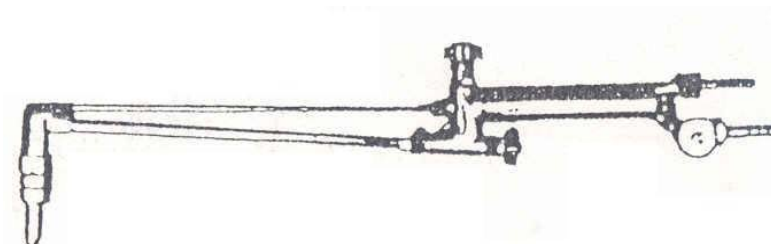
(3) Cắt bằng tia laze

Tia laze đạt được do năng lượng nhiệt tập trung rất cao, và năng lượng này có thể được sử dụng cho việc hàn và cắt. Nhưng hiện nay công suất của các máy cắt laze không đủ để cắt các tấm dày, và chủ yếu được sử dụng để cắt các tấm mỏng.

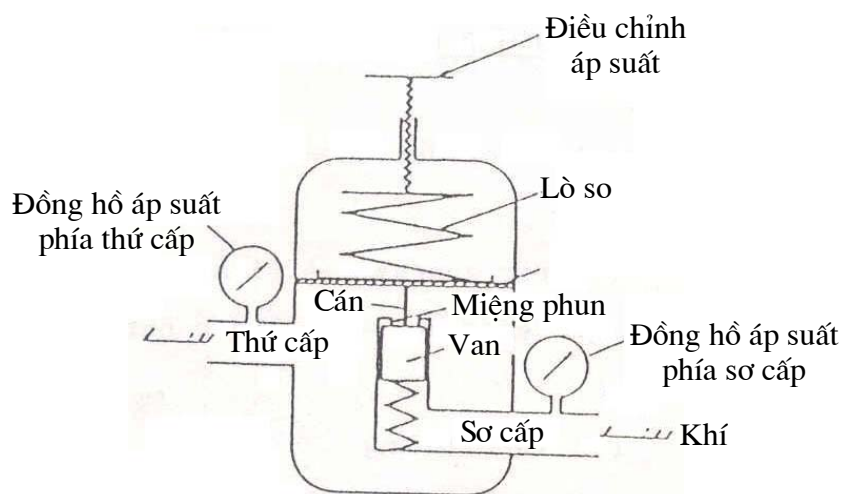
8.2 Thiết bị cắt

- (1) Bộ điều chỉnh áp suất
- (2) Ống mềm dẫn khí O_2 (màu
- (3) Ống mềm dẫn axetylen hoặc
- (4) Mỏ cắt.
- (5) Đầu hoặc miệng phun.
- (6) Máy cắt





Hình 8.3 Mỏ cắt khí



Hình 8.4 Bộ điều chỉnh áp suất

9. AN TOÀN VÀ VỆ SINH TRONG KHI HÀN

9.1 Các tai nạn xảy ra trong khi hàn hồ quang và cách điều trị

Bảng 9.1 Các tai nạn và cách điều trị

Nguyên nhân		Tai nạn		Cách phòng ngừa và điều trị
Phân loại	Ví dụ	Phân loại	Ví dụ	
Do điện	Điện áp sơ cấp 200V. Điện áp thứ cấp: 60-100V.	Điện giật	<ul style="list-style-type: none"> - Gây chết người do điện giật. - Bị thương hoặc chết người do rơi từ trên cao xuống do bị điện giật. 	<ul style="list-style-type: none"> - Phải cách ly hoàn toàn giữa người và nguồn điện. - Phải thực hiện việc nối đất. - Phải bảo dưỡng tốt máy hàn. - Phải bọc cách điện cáp và kim hàn. - Phải lắp đặt thiết bị bảo vệ để ngăn ngừa chập điện cho máy hàn.
Do hồ quang	Các tia nhìn thấy được có cường độ lớn, tia hồng ngoại, tia cực tím phát ra từ hồ quang với nhiệt độ trên 6000°C.	Bỏng	<ul style="list-style-type: none"> - Mất bị tổn thương do tia hồ quang. - Bỏng da 	<ul style="list-style-type: none"> - Phải che chắn các tia hồ quang. - Phải che để bảo vệ da.
Do khói	Khói hạt kim loại và các hạt khác. Khí CO ₂ và khí trơ.	Đau đầu và các chứng bệnh khác	<ul style="list-style-type: none"> - Đau đầu do hạt kim loại và các hạt khác. - Khó thở do thiếu oxy. 	<ul style="list-style-type: none"> - Phải có biện pháp thu hồi khói. - Phải thông gió tốt.
Do bắn tóe kim loại	Bắn tóe kim loại	Bỏng. Cháy. Nổ.	<ul style="list-style-type: none"> - Bỏng da do kim loại bắn tóe trực tiếp vào. - Cháy hoặc nổ do môi các chất dễ cháy. 	<ul style="list-style-type: none"> - Phải che chắn để bảo vệ da chống bị kim loại bắn tóe. - Di chuyển toàn bộ chất dễ nổ và dễ cháy ra khỏi khu vực hàn.

9.2 Điện giật và cách đề phòng

Khi hàn máy hàn dòng xoay chiều, nguồn điện phía sơ cấp có điện áp thường là 220V và nguồn điện phía thứ cấp là từ 60-100V.

Điện áp 60-100V khi truyền qua cơ thể người có thể gây ra điện giật.

Điện giật trực tiếp vào tim thường gây ra tử vong, và thậm chí giật nhẹ cũng có thể gây ra tử vong đối với thợ hàn do ngã từ trên giàn giáo xuống.

Cách đề phòng:

(1) Bảo vệ cá nhân

- Sử dụng gang tay khô.
- Phải đi giày đế cách điện.
- Phải dùng quần áo cách điện tốt, đặc biệt trong điều kiện thời tiết nóng, sự hô hấp và ẩm có thể là chất dẫn điện nguy hiểm.

(2) Ngăn ngừa dò điện

- Phải giữ máy hàn ở tình trạng tốt.
- Phải thực hiện việc nối đất tốt.
- Kìm hàn phải cách điện hoàn toàn.
- Cáp hàn phải cách điện hoàn toàn.
- Không đặt kìm hàn lên vật hàn, khi kìm hàn đã lấp que hàn.
- Để an toàn hơn nữa, nên lắp đặt một thiết bị giảm điện áp cho máy hàn, khi thợ hàn làm việc ở độ cao trên 2 m so với mặt đất.

Khi một người bị điện giật, phải cắt nguồn điện ngay lập tức. Nếu không có thời gian để cắt nguồn điện, phải tìm cách tách người bị điện giật ra khỏi nguồn điện bằng việc sử dụng gang tay, thanh gỗ hay bất kỳ vật cách điện nào khác. Trong thời gian này nhớ cởi bỏ quần áo và xử lý các vết bỏng, đồng thời hô hấp cho người bị điện giật đến lúc tỉnh.

9.3 Các nguy hại gây ra do tia hồ quang và cách đề phòng

Hồ quang hàn với nhiệt độ khoảng 6000°C phát xạ ra ánh sáng có thể nhìn thấy được với cường độ rất mạnh như tia hồng ngoại và tia cực tím.

Tia cực tím là nguyên nhân chính gây ra tổn thương cho mắt. Trong khi đó tia hồng ngoại cũng gây tác hại đáng kể.

Lưu ý rằng khi hàn với khí trơ, cường độ tia cực tím gấp 5-30 lần và tia hồng ngoại gấp 1-1,5 lần so với các phương pháp hàn khác. Để bảo vệ cho thợ hàn và những người khác khỏi sự tác dụng của bức xạ, ta sử dụng các trang thiết bị bảo vệ. Trang bị bảo vệ phổ biến nhất được sử dụng là găng tay và mũ hàn có kính lọc.

Tốt nhất nên sử dụng kính lọc có chất lượng được chỉ định bởi các chuyên gia có chuyên môn để ngăn tác hại của các tia. Mức độ xuyên thấu qua kính lọc của các tia cực tím là nhỏ hơn 1,5% và tia hồng ngoại là nhỏ hơn 0,1% (theo JIS).

Tia hồ quang tiếp xúc trực tiếp với mắt, nói chung sẽ gây ra đau mắt khô. Ta phải rửa và làm mát mắt bằng nước lạnh càng sớm càng tốt ngay sau khi mắt bị nhìn trực tiếp vào tia hồ quang. Nếu mắt quá đau bác sỹ có thể điều trị bằng thuốc giảm đau.

Kính hàn đôi khi không hoàn toàn bảo vệ được mắt, do hồ quang gây ra bởi người thợ hàn bên cạnh. Do vậy để bảo vệ tốt nhất khi hàn phải che chắn hai bên hoặc đằng trước và đằng sau mỗi thợ hàn. Trong tình huống này, phải sử dụng tấm che mờ và kính bảo hộ.

Một tổn thương khác do hồ quang gây ra là bỏng da, làm khó chịu hơn cháy nắng. Do vậy không nên sờ tay áo khi hàn.

9.4 Các nguy hại do khói hàn và cách đề phòng

Trong quá trình hàn hồ quang, nhiều khói hàn được tạo ra, nó được bao gồm: khí, khói (hạt nhỏ ở trạng thái rắn).

(1) Sốt

Sốt có thể gây ra do sự bay hơi của các kim loại hoặc các hạt oxít rất nhỏ, đặc biệt khi hàn các thép tấm có kẽm hoặc cadimi hoặc tấm đã được sơn với sơn có chứa chì, hoặc các vật liệu phi sắt với các thành phần như đồng, thiếc hoặc kẽm.

Triệu chứng của bệnh là bị sốt khoảng 38-40°C khi bị xông khói trong vài giờ, nhưng sẽ trở lại bình thường sau khoảng 12 giờ.

(2) Bệnh phổi

Bệnh phổi có thể gây ra do sự tích trữ khói trong phổi trong một khoảng thời gian dài và sau đó khói thường xuyên bị hít vào. Tuy nhiên những người tiếp xúc với điều kiện khói cân bằng không phải lo lắng về bệnh này.

(3) Khí độc

Hầu hết khí sinh ra trong quá trình hàn hồ quang là khí CO₂, khí này làm rối loạn chức năng hô hấp. Khí độc xảy ra thường xuyên nếu việc hàn được thực hiện trong phòng hẹp với sự thông gió kém. Gần đây mối nguy hại của khí nhiều hơn, do sử dụng phương pháp hàn hồ quang với khí bảo vệ CO₂ và các khí bảo vệ khác.

Cách tốt nhất để ngăn ngừa khí độc là không hít bất kỳ khí nào trong khi hàn. Một cách đi kèm với việc không hít khí độc là phải thu hồi và đuổi toàn bộ khói và khí hàn ra ngoài, mặt khác cấp khí tươi vào trong xưởng hàn.

Nếu hàn một vật cố định và không thể dịch chuyển được, quạt hút phải thường xuyên lắp gần nơi hàn.

Việc thông gió cưỡng bức là đặc biệt cần thiết trong xưởng có không gian hẹp. Đồng thời việc thông gió không chỉ thực hiện đối với các phòng hoặc xưởng hàn mà còn phải thực hiện đối với toàn bộ tòa nhà hoặc khu vực.

Khẩu trang phòng khói có tác dụng ngăn ngừa việc hít khói hàn, việc sử dụng mặt nạ phải được hướng dẫn cẩn thận.

9.5 Các nguy hại do bắn tóe kim loại và cách đề phòng

Bỏng, cháy và nổ có thể gây ra do sự bắn tóe kim loại. Để tránh các nguy hại này ta cần phải chú ý các điểm sau:

- Để ngăn ngừa bỏng, phải hạn chế để lộ da và mặc các quần áo có khả năng cháy thấp như cotton và đeo găng tay da.
- Để ngăn ngừa cháy nổ, ta cần phải chú ý không để các chất dễ cháy gần khu vực hàn. Phải thực hiện thông gió tại khu vực hàn trước khi hàn và nếu cần thiết phải tiến hành đo lượng khí để phòng nổ.