

SỔ TAY  
CHUYÊN NGÀNH

# HÂN

TRẦN THẾ SAN - TĂNG VĂN MÙI



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH  
**HÀN**

TRẦN THẾ SAN - TẶNG VĂN MÙI

SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH

# HÀN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

## **SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH HÀN**

TRẦN THẾ SAN - TĂNG VĂN MÙI

*Chịu trách nhiệm xuất bản:* PHẠM NGỌC KHÔI

*Biên tập:* PHẠM THỊ MAI

*Trình bày:* KHÁNH THÀNH

Liên kết xuất bản.

### **CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN**

96/7 Duy Tân - Phú Nhuận - Tp.HCM

ĐT : 08 39901846 - Fax : 08 39971765

### **NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

*In 1000 cuốn khổ (14 X 20.5cm) tại xưởng in Cty cổ phần Văn*

*Hóa Vạn Xuân. Theo số đăng ký 384 - 2013/CXB/306 -20/KHKT.*

*Ngày 27/03/2013. Số 25/QĐXB -NXBKHKT. Cấp ngày 08/04/2013.*

*In xong nộp lưu chiểu tháng 05 năm 2013.*



## *Giới thiệu*

Cuốn sổ tay này được viết cho những người yêu thích hoặc có nhu cầu tìm hiểu về kỹ thuật hàn, giúp họ thực hiện tốt hơn những công việc đang đảm nhận, từ xây dựng nhà cửa, sửa chữa đường sắt hoặc hàn các lon đồ hộp,...

Mục đích của cuốn sách là hỗ trợ bạn đọc thực hiện các công việc hàng ngày, cập nhật các thông tin và thiết bị mới nhất trong lĩnh vực hàn. Các công thức tính toán được giản lược tối đa để giúp bạn đọc dễ sử dụng, chỉ cần thực hiện vài đo đạc đơn giản và các phép tính thông thường.

Nhiều hình ảnh được sử dụng để minh họa các bộ phận và kỹ thuật hàn trong thời đại ngày nay. Mặc dù không thể trình bày mọi vấn đề liên quan đến kỹ thuật hàn, nhưng với các quy trình tiêu chuẩn, cuốn "**SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH HÀN**" này cung cấp đầy đủ các hướng dẫn, gợi ý, và những vấn đề quan trọng cần quan tâm.

Đây là cuốn sách rất hữu ích cho học viên các lớp hướng nghiệp, sinh viên cao đẳng kỹ thuật, các chương trình học nghề, và các khóa huấn luyện hàn trong công nghiệp. Với các thợ hàn chuyên nghiệp, cuốn sách này là tài liệu tham khảo rất tiện lợi trong khi đang làm việc trên công trường, qua đó có thể xử lý các vấn đề hàn thường ngày dễ dàng hơn.

# Chương 1

## AN TOÀN ĐỐI VỚI PHƯƠNG PHÁP HÀN VÀ CẮT

*Hiệp hội Hàn Hoa Kỳ và Hiệp hội Tiêu chuẩn Hoa Kỳ*, cùng nhiều tổ chức tư nhân và chính phủ khác, đã biên soạn bộ tiêu chuẩn an toàn áp dụng cho sự vận hành thiết bị cắt và hàn bằng hồ quang và khí đốt. Bạn cần đọc các ấn phẩm này và nắm vững những khuyến cáo của họ. Nhiều nhà sản xuất và cung cấp thiết bị hàn cũng xuất bản tài liệu về an toàn.

### AN TOÀN ĐỐI VỚI HÀN VÀ CẮT BẰNG OXYACETYLENE

Các quy định an toàn đối với hàn và cắt bằng oxyacetylene được trình bày trong chương này cũng áp dụng cho các phương pháp sử dụng oxy và khí nhiên liệu khác, ví dụ, cắt và hàn bằng oxyhydro, cắt bằng oxy-khí thiên nhiên, và hàn không khí-acetylene.

#### Quy định an toàn chung đối với cắt và hàn bằng oxyacetylene

- Không tiến hành hàn trong khu vực gần các vật liệu dễ cháy.
- Không hàn các bình đã từng chứa vật liệu dễ cháy khi chưa áp dụng các biện pháp phòng ngừa thích hợp.
- Không tiến hành hàn trong các không gian hẹp khi không có sự thông hơi phù hợp hoặc thiết bị hô hấp cá nhân.
- Không cầm nắm các vật thể nóng.
- Không đục hoặc mài nếu không mang kính bảo hộ

#### Các quy định chung về sử dụng an toàn các bình khí và bộ điều áp

- Bảo đảm các mối nối giữa bộ điều áp, đầu nối, và các van bình khí đều chặt kín, không bị rò rỉ. Thông thường, có thể phát hiện khí acetylene rò rỉ qua mùi của chúng. Kiểm tra bằng nước xà phòng, không được sử dụng ngọn lửa trần (không có bao che).
- Không di chuyển các bình khí, trừ khi đã lắp nắp bảo vệ van và siết chặt bằng tay.
- Không thả rơi hoặc đối xử thô bạo với các bình khí.
- Bảo đảm các bình khí được cố định vững chắc, không thể bị ngã.

- Không dùng búa hoặc khóa vặn đai ốc để mở van bất kỳ trên bình khí.
- Không cưỡng bức các nối kết không phù hợp.
- Không can thiệp vào các thiết bị an toàn trên bình khí.
- Không sử dụng dầu để làm sạch đồng hồ của bộ điều áp. Là chất dễ cháy, dầu có điểm bốc cháy rất thấp.

### **Bảo vệ ống oxy và ống acetylene**

- Luôn luôn bảo vệ các ống để chúng không bị giẫm đạp. Không cho phép ống bị rơi hoặc thất nút. Không đặt ống ở những nơi có thể bị vướng hoặc vấp.
- Bảo vệ các ống dẫn và bình khí khỏi các tàn lửa, xỉ nóng, vật thể nóng, và ngọn lửa trần.
- Không cho phép ống dẫn khí tiếp xúc với dầu/mỡ; các chất này sẽ làm biến chất cao su và gây nguy hiểm khi tiếp xúc với oxy.

### **Quy định an toàn đối với khí oxy và bình chứa**

- Luôn luôn gọi oxy bằng tên chính xác - oxy. Không sử dụng từ không khí để tránh nhầm lẫn oxy với không khí nén.
- Không sử dụng oxy gần các vật liệu dễ cháy, đặc biệt là dầu, mỡ, hoặc chất bất kỳ có khả năng cháy. Bản thân oxy không cháy, nhưng có khả năng *thúc đẩy* quá trình cháy.
- Không lưu trữ các bình (chai) oxy và bình acetylen cùng nhau. Chúng phải được lưu trữ riêng biệt.
- Không cho phép dầu hoặc mỡ tiếp xúc với bình oxy, van, bộ điều áp, ống dẫn, hoặc đầu nối. Không tiếp xúc với bình oxy bằng tay hoặc găng tay dính dầu.
- Không sử dụng bộ giảm áp, ống dẫn, và những linh kiện khác của oxy cho bất kỳ khí nào khác.
- Luôn luôn mở van bình oxy từ từ.
- Không dùng bình oxy để chứa bất kỳ khí nào khác.
- Không sử dụng oxy để thông hơi hoặc thay thế không khí nén.
- Không sử dụng oxy từ bình chứa (chai) khi chưa nối bộ giảm áp phù hợp với van bình oxy.
- Không can thiệp hoặc sửa chữa van bình oxy, trừ khi có đủ năng lực và điều kiện để thực hiện việc này.

## **Quy định an toàn đối với bình chứa và khí acetylene**

- Gọi acetylen bằng tên chính xác - acetylene, không sử dụng từ khí cháy chung chung.
- Sử dụng và lưu trữ bình (chai) acetylene theo tư thế thẳng đứng (đầu có van hướng lên).
- Không sử dụng acetylene từ bình chứa nếu không có van áp suất phù hợp.
- Xoay bình acetylene để miệng van hướng ra xa bình oxy.
- Khi mở van bình acetylene, không xoay quá 1,5 vòng.
- Trong khi sử dụng, giữ nguyên khóa mở van bình acetylene trên thân van để có thể khóa bình acetylene một cách nhanh chóng trong trường hợp khẩn cấp.
- Không sử dụng bộ giảm áp, ống dẫn, và những linh kiện khác của acetylene cho bất kỳ khí nào khác.
- Không sang chiết acetylene từ bình này sang bình khác, tái nạp hoặc chứa loại khí khác trong bình acetylene.
- Nếu bình acetylene bị rò rỉ, đưa bình ra nơi thông thoáng, cách xa ngọn lửa hoặc đèn hở. Thông báo ngay cho nhà sản xuất nếu xảy ra rò rỉ bất kỳ.
- Không sử dụng acetylene ở áp suất trên 15 psi. Tất cả các công ty bảo hiểm và luật pháp ở nhiều địa phương ngăn cấm sử dụng acetylene áp suất cao.

## **Các gợi ý an toàn chung đối với quy trình hàn và cắt**

- Không dùng diêm để mồi mỏ hàn (có thể bị phỏng tay). Sử dụng bật lửa hàn, ngọn lửa cố định, hoặc nguồn lửa thích hợp khác.
- Không mồi mỏ hàn bằng chi tiết nóng khi đang làm việc trong không gian hẹp.
- Không mồi lại mỏ hàn bị tắt trước khi đóng cả hai van; mồi lại mỏ hàn theo phương pháp đã quy định.
- Không treo mỏ hàn và các ống dẫn khí lên bộ điều áp hoặc van trên bình khí.
- Không cất vật liệu ở vị trí mà tàn lửa, kim loại nóng, hoặc phần bị cắt có thể rơi lên bình khí, ống dẫn, hoặc chân bạn.

- Khi tạm ngưng công việc hàn hoặc cắt, nhả vít điều chỉnh áp suất trên các bộ điều áp bằng cách xoay chúng về bên trái.
- Khi ngưng hàn hoặc cắt trong thời gian dài (giờ ăn trưa hoặc qua đêm) hoặc tháo dỡ, đóng các van bình khí, xả toàn bộ áp suất khí ra khỏi các bộ điều áp và ống dẫn bằng cách mở các van trên mỏ hàn. Đóng các van trên mỏ hàn và xả các vít điều chỉnh áp suất. Nếu tháo dỡ thiết bị, bảo đảm xả toàn bộ áp suất khí ra khỏi các bộ điều áp và ống dẫn, xoay các vít điều chỉnh áp suất về bên trái cho đến khi chúng lỏng hoàn toàn.

## AN TOÀN ĐỐI VỚI CẮT VÀ HÀN HỒ QUANG

Các quy định an toàn quan trọng đối với phương pháp cắt và hàn bằng hồ quang bao gồm:

- Giữ sàn nhà và khu vực làm việc sạch sẽ, dọn dẹp các mảnh điện cực, mảnh kim loại, và những dụng cụ đặt bừa bãi.
- Luôn luôn làm việc trong khu vực được thông gió tốt. Đây là biện pháp phòng ngừa khói độc và bụi hiệu quả nhất. Nếu thông gió kém, cần có mặt nạ thích hợp.
- Bảo đảm các mối nối cáp chắc chắn và cáp không bị nóng.
- Không nhìn vào hồ quang điện bằng mắt trần. Hồ quang điện phát ra bức xạ có hại. Cần mang kính bảo hộ thích hợp và mặc quần áo bảo hộ để chống các tia bức xạ này, tàn lửa, mảnh kim loại, và kim loại nóng.
- Sử dụng thiết bị hàn hồ quang chính xác để tránh điện giật. Máy hàn hồ quang phải luôn luôn được nối đất chính xác. Khu vực làm việc phải khô ráo. Kiểm tra toàn bộ sự cách điện (dây điện, điện cực,...) và thay mới, nếu bị hư hỏng.
- Không tiến hành hàn khi gắng tay hoặc giày bị ướt.
- Không sử dụng kẹp điện cực (kềm hàn) có các má (ngàm) bị hư.
- Không đặt kẹp điện cực lên bàn hoặc tiếp xúc với bề mặt kim loại được nối đất. Đặt kẹp điện cực trên giá đỡ dành riêng cho mục đích này.
- Không hàn các bình kín hoặc bình từng chứa vật liệu dễ cháy.
- Không đặt máy hàn hồ quang trên sàn nhà bẩn.
- Chỉ vận hành máy hàn hồ quang và trang thiết bị trong những khu vực khô, sạch.

- Bảo vệ tối đa máy hàn hồ quang ngoài trời khỏi các điều kiện thời tiết.
- Luôn luôn lắp đặt máy hàn hồ quang theo đúng quy định về tiêu chuẩn điện, và bảo đảm máy hàn được nối đất chính xác.
- Nối kết chính xác điện áp nguồn với các cực trên máy hàn hồ quang.
- Không can thiệp vào hệ thống điện của máy hàn hồ quang, trừ khi có đủ năng lực và điều kiện thực hiện việc này.

## TRANG BỊ AN TOÀN ĐỐI VỚI QUÁ TRÌNH HÀN VÀ CẮT

### Bảo vệ mắt

Thợ hàn và những người liên quan đến hoạt động hàn đều phải mang loại kính được thiết kế để cung cấp sự bảo vệ mắt tối đa và thị lực thỏa đáng để thực hiện mỗi hàn chính xác. Trước đây, nhiều ý kiến cho rằng nếu giảm các tia sáng thấy được đến cường độ dễ chịu, các tia cực tím và tia hồng ngoại cũng giảm tương ứng. Trên thực tế, các lớp kính đỏ và lam được sử dụng xen kẽ để giảm cường độ ánh sáng đến giá trị phù hợp với công việc. Phương pháp này có thể hoặc không thể cung cấp sự bảo vệ đầy đủ, vì một số kính hấp thụ mạnh các tia sáng thấy được cũng cho phép các tia sáng có hại (hồng ngoại và cực tím) truyền qua một cách tự do.

Nhiều phương pháp kiểm tra kính bảo hộ một cách khoa học đã được thực hiện để thiết lập tiêu chuẩn cho nhiều loại thấu kính khác nhau, và phát triển các công thức thủy tinh có khả năng bảo vệ mắt tốt hơn. Bảng 1-1 cung cấp độ sẫm được đề nghị cho các hoạt động hàn khác nhau.

**Bảng 1-1.** Độ sẫm của kính dùng cho các hoạt động hàn và cắt

Nguyên công	Chỉ số độ sẫm
Hàn vảy bằng mỏ hàn	3 hoặc 4
Cắt bằng ngọn lửa oxyacetylene	
Kim loại dày đến 1"	3 hoặc 4
Kim loại dày 1 đến 6"	4 hoặc 5
Kim loại dày từ 6" trở lên	5 hoặc 6
Hàn bằng ngọn lửa oxy - khí nhiên liệu	
Kim loại dày đến 1/8"	4 hoặc 5
Kim loại dày 1/8 đến 1/2"	5 hoặc 6
Kim loại dày 1/2" trở lên	6 hoặc 8

<b>Nguyên công</b>	<b>Chỉ số độ sẫm</b>
Phun ngọn lửa oxyacetylene	5
<b>Hàn hồ quang-kim loại có khí bảo vệ (SMAW)</b>	
Điện cực 5/32" trở xuống	10
Điện cực 3/16 đến 1/4"	12
Điện cực 5/16" trở lên	14
<b>Hàn hồ quang-kim loại khí trơ (hàn MIG)</b>	
60 amp trở xuống	8 - 10
60-160 amp	11
160-250 amp	12
250 amp trở lên	14
<b>Hàn hồ quang - lõi trơ dung (FCAW)</b>	
60 amp trở xuống	8 - 10
60-160 amp	11
160-250 amp	12
250 amp trở lên	14
<b>Hàn hồ quang-wolfram khí trơ (GTAW) - Hàn TIG</b>	
20 amp trở xuống	5 đến 9
20-100 amp	10 đến 11
100-400 amp	12
400 amp trở lên	14
<b>Hàn hồ quang-plasma</b>	
20 amp trở xuống	8
20-100 amp	10
100-400 amp	12
400 amp trở lên	14
Hàn vảy mềm	2

### **Các gợi ý bảo vệ mắt**

- Nhìn thấy các đốm trắng trước mắt sau khi ngưng hàn và tháo kính bảo hộ là dấu hiệu cho thấy bạn cần kính sẫm màu hơn.
- Không thể phân biệt ngọn lửa trung tính và ngọn lửa khử oxy khi hàn bằng ngọn lửa oxyacetylene là dấu hiệu cho thấy kính bạn đang mang có màu quá đậm.
- Nếu không nhìn thấy vũng hàn khi mang kính bảo hộ, bạn cần kính có màu nhạt hơn.

### **Chú ý**

Quy định của Liên bang Hoa Kỳ đối với kính hàn không chỉ xác định phần trăm tia sáng được truyền qua theo chỉ số độ sẫm, mà còn xác định độ dày và các tính chất quang học của thủy tinh.



Chọn kính phù hợp là rất quan trọng. Các kính hàn khác nhau nhiều về giá trị và ảnh hưởng của chúng trên sản phẩm hàn. Bạn không thể phân biệt các loại kính hàn bằng cách quan sát, cần thực hiện các kiểm tra khoa học để xác định chất lượng của chúng. Danh tiếng của nhà sản xuất và kinh nghiệm của họ trong lĩnh vực hàn cũng là yếu tố rất quan trọng khi chọn lựa kính hàn.

## **Chú ý**

Lắp các tấm chắn để bảo vệ những công nhân ở gần khỏi ánh sáng chói do quá trình hàn hoặc cắt tạo ra.

Kính che là loại kính được xử lý hóa học để bảo vệ thấu kính khỏi các tàn lửa nhưng không làm giảm thị lực. Các tàn lửa không dính vào loại kính đặc biệt này, chúng có tuổi thọ gấp năm hoặc mười lần kính thông thường và độ trong không bị suy giảm.

Kính bảo hộ có rất nhiều kiểu và chủng loại khác nhau. Bạn có thể sử dụng thấu kính bằng thủy tinh hoặc nhựa, và bản thân thấu kính có thể trong suốt hoặc có màu. Hầu hết kính bảo hộ đều có thấu kính tròn hoặc hình chữ nhật.

Trong quá trình cắt và hàn hồ quang, mặt nạ thường được sử dụng để bảo vệ mặt của người thợ hàn trước các tia lửa văng tung tóe và những chất nguy hiểm khác. Mặt nạ có thể bằng nhựa trong hoặc xanh lá với nhiều sắc độ khác nhau; chiều dày của chúng cũng khác nhau. (ANSI (Viện Tiêu chuẩn Hoa Kỳ) yêu cầu chiều dày tối thiểu là 0,041 inch (1,05 mm) hoặc hơn). Lưu ý: Tác dụng bảo vệ của mặt nạ đối với va đập và tàn lửa văng tóe là có giới hạn.

Mũ bảo hiểm, nón an toàn, và nhiều loại mũ khác đã được thiết kế để bảo vệ đầu của người thợ hàn chống lại các va đập mạnh. Chúng có nhiều kích cỡ, hình dáng, và được chế tạo bằng sợi thủy tinh hoặc tấm kim loại.

## **Mặt nạ chống hơi độc**

Điều tuyệt đối cần thiết là cung cấp sự thông gió thích hợp với từng hoạt động hàn và cắt. Khói do quá trình hàn và cắt tạo ra có thể tổn hại đến sức khỏe của người thợ hàn (Bảng 1-2). Một số khói có độc tính, ví dụ, khói kềm, khói chì, hoặc khói cadmi. Tình trạng này cũng xảy ra đối với phương pháp hàn thau, hàn vảy cứng, và hàn vảy mềm.



**Bảng 1-2. Một số nguồn khói độc thường gặp.**

Loại	Chú thích
Beryli	Beryli được tìm thấy trong kim loại nền beryli, các hợp kim beryli, và một số que hàn. Một lượng nhỏ bụi có chứa beryli hoặc khói beryli đi vào cơ thể có thể gây viêm phổi hoặc ung thư.
Bismuth cadmi	Cadmi có mặt trong các kim loại nền được tráng cadmi, que hàn, và các chất trợ dung. Khói cadmi cực kỳ độc.
Các dung môi và chất tẩy	Các dung môi và chất tẩy có nguy cơ tác hại đến sức khỏe. Ví dụ, xăng và benzen là chất dễ cháy và tạo ra khói độc. Hơi của một số dung môi, trichloroethylene chẳng hạn, tạo ra các halogen và phosgene có độc tính khi tiếp xúc với vật thể nóng hoặc hồ quang hàn.
Columbi (niobi)	Columbi (niobi) chứa nhiều hợp chất có độc tính cao. Bụi columbi kim loại là chất kích thích mắt và da, và cũng có thể gây hỏa hoạn.
Chi	Chi, hợp kim chi, và các lớp tráng phủ chứa chi đều có thể gây nguy hiểm. Khói chi có thể gây ra nhiều vấn đề sức khỏe, nhẹ là bị kích thích mắt, nghiêm trọng là gây bệnh về thận, tim, gan, và não bộ.
Mangan	Mangan được tìm thấy trong nhiều sản phẩm hàn, chẳng hạn, các điện cực và que hàn. Mangan tác hại đến não và hệ thần kinh trung ương khi hàm lượng trong cơ thể vượt quá giới hạn cho phép. Hít khói hàn có chứa mangan trong thời gian dài có thể dẫn đến tình trạng <i>manganism</i> , tương tự bệnh Parkinson.
Thủy ngân	Thủy ngân có mặt trong một số loại sơn và lớp tráng phủ kim loại. Hơi thủy ngân có thể gây ra các bệnh phổi nghiêm trọng và rối loạn thần kinh. Các triệu chứng bao gồm ho, đau ngực, nôn mửa, tiêu chảy, sốt, và có vị kim loại trong miệng.
Kẽm	Khói oxide kẽm sẽ thoát ra khi nung chảy lớp kẽm trên các kim loại mạ kẽm. Khói này gây ra tình trạng được gọi là <i>sốt khói kim loại</i> hoặc <i>ớn lạnh kẽm</i> , với các triệu chứng tương tự bệnh cúm siêu vi.
Zirconi	Zirconi có mặt trong kim loại nền beryli và các hợp kim. Khói zirconi có thể gây kích thích bộ máy hô hấp. Các triệu chứng có thể bao gồm ho, hơi thở ngắn, đau cổ họng, và sổ mũi.

Các nguồn khói nguy hiểm khác do quá trình hàn và cắt tạo ra bao gồm antimon, bismuth, chromi, cobalt, đồng, magne, molybden, nickel, thori, và vanadi.

Trong các xưởng hàn, diện tích khu vực làm việc là yếu tố quan trọng. Mật độ công nhân cao sẽ làm giảm hiệu suất thông gió. Bản thân hệ thống thông gió (quạt hút,...) phải được thiết kế để giữ mức khói độc và các chất ô nhiễm khác ở mức tối đa cho phép hoặc thấp hơn. Thiết bị hô hấp cá nhân đôi khi cần thiết cho những nơi thông gió không đạt yêu cầu.

### **Quần áo bảo hộ**

Các nhà sản xuất và cung cấp thiết bị hàn đưa ra nhiều loại áo quần bảo hộ cho thợ hàn, chẳng hạn, áo khoác da; tay áo khoác có yếm tháo được; áo chèn, yếm, hoặc tấm che chân; và các tay áo có nút bấm ở cổ tay và dây đeo bằng da điều chỉnh được.

- Quần, áo, và các y phục khác phải được may bằng vật liệu chống cháy. Quần không nên có gấu, vì gấu quần có thể giữ các tàn lửa và mẫu kim loại nóng chảy.
- Áo quần phải đủ dày để hạn chế tối đa bức xạ hồ quang xuyên qua. Hồ quang tạo ra các tia sáng thấy được và không thấy được (tia cực tím và tia hồng ngoại) rất mạnh, có thể làm phỏng mắt và da. Bức xạ này không nhìn thấy, nhưng có thể làm sạm phần da trần một cách nhanh chóng, tương tự bị cháy nắng.
- Cổ tay áo cần ôm sát cổ tay để ngăn tàn lửa hoặc hạt kim loại nóng chảy lọt vào tay áo. Cổ tay áo có dây thun là phù hợp nhất.
- Vải chống cháy màu đen thường được khuyên dùng cho phương pháp hàn hồ quang khí trơ. Quần áo bảo hộ may bằng loại vải này rẻ và nhẹ hơn quần áo bằng da.
- Mang giày da cổ cao, giày bảo hộ, hoặc ủng. Không sử dụng các loại giày thể thao.

## Chương 2

# PHƯƠNG PHÁP HÀN OXYACETYLENE

Hàn oxyacetylene (OAW) là phương pháp hàn sử dụng nhiệt từ quá trình đốt cháy hỗn hợp oxy và acetylene. Phương pháp này thường được gọi là *hàn hơi*.

### Chú ý

*Hàn oxy-khi nhiên liệu* (OFW) là tên do Hiệp Hội Hàn Hoa Kỳ đặt cho mọi phương pháp hàn được thực hiện bằng ngọn lửa của hỗn hợp khí oxy và khí nhiên liệu (khí cháy). Hàn oxyacetylene là phương pháp hàn hơi thông dụng nhất trong nhóm oxy-khi nhiên liệu, và sẽ được trình bày trong chương này.

### CÁC ỨNG DỤNG CỦA PHƯƠNG PHÁP HÀN OXYACETYLENE

Hàn bằng ngọn lửa oxyacetylene là phương pháp đầu tiên được sử dụng trong thương mại và công nghiệp, đặc biệt là hàn gang, sắt rèn, thép hợp kim thấp, đồng, và đồng đỏ. Ngoại trừ công tác sửa chữa và bảo trì, ngày nay phương pháp oxyacetylene đã được thay bằng các phương pháp hàn hồ quang, chẳng hạn, hàn hồ quang kim loại được bảo vệ, hàn hồ quang kim loại khí trơ (hàn MIG), và hàn hồ quang wolfram khí trơ (hàn TIG). Mặc dù không còn đóng vai trò chính trong lĩnh vực hàn, nhưng oxy-acetylene vẫn được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng khác, chẳng hạn, cắt, gia nhiệt trước và sau khi hàn, nhiệt luyện, nhiệt luyện bề mặt, hàn thau, hàn vảy cứng, hàn vảy mềm, và tẩy rỉ.

#### Ưu điểm của phương pháp hàn oxyacetylene

- Độc lập và dễ di chuyển.
- Giá cả trang thiết bị tương đối rẻ.
- Dễ học.

#### Nhược điểm của phương pháp hàn oxyacetylene

- Tốc độ hàn chậm hơn các phương pháp khác.
- Sử dụng các khí dễ bay hơi và tiềm ẩn mối nguy hiểm.
- Bình (chai) khí nhiên liệu và bình oxy phải được sử dụng cẩn thận để tránh nguy hiểm. Các bình bị hư có thể gây cháy nổ.

## THIẾT BỊ HÀN OXYACETYLENE

Xưởng hàn oxyacetylene thường có các thiết bị: (1) mỏ hàn và đầu hàn (vòi hàn); (2) bình oxy, bộ điều áp và ống dẫn oxy; (3) bình acetylene, bộ điều áp và ống dẫn acetylene; (4) các bộ chống cháy ngược và van chặn; và dụng cụ mỗi lửa (Hình 2-1).

### Mỏ hàn

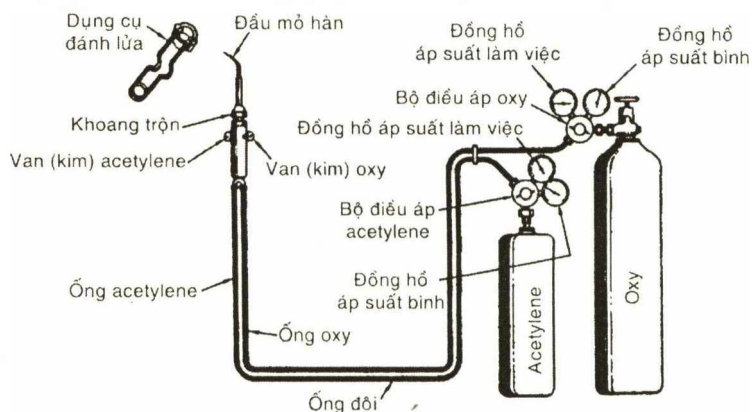
Mỏ hàn được thiết kế để trộn oxy và acetylene với lượng gần bằng nhau, sau đó mỗi lửa và đốt cháy hỗn hợp khí ở đầu mỏ hàn. Mỏ hàn có hai đầu ống (một dùng cho oxy và một dùng cho acetylene), khoang trộn, van oxy và van acetylene để điều khiển và điều chỉnh ngọn lửa (Hình 2-2).

### Đầu hàn

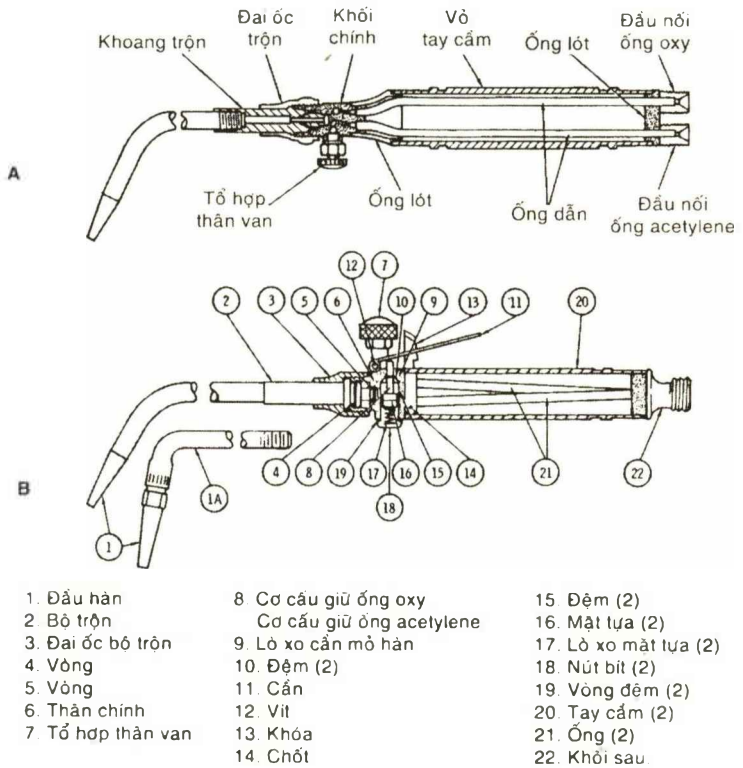
Các đầu hàn (vòi hàn) có nhiều hình dạng và kích cỡ. Đầu hàn thích hợp tùy thuộc nhiều yếu tố, bao gồm vị trí hàn, tốc độ hàn mong muốn, và kích thước ngọn lửa cần thiết cho công việc.

Nhiều nhà sản xuất sử dụng hệ thống đánh số riêng để biểu thị kích cỡ các đầu hàn khác nhau. Điều này không có tiêu chuẩn công nghiệp, mặc dù có biểu đồ so sánh. Số kích cỡ đầu hàn không cho biết mức tiêu thụ khí tối đa hoặc tối thiểu, hoặc đặc tính ngọn lửa.

Một mình kích thước mũi khoan không thể cung cấp sự so sánh tương xứng giữa cấu tạo khác nhau của các đầu hàn với kích thước mũi khoan đầu hàn tương ứng, vì cấu tạo bên trong của mỏ hàn và



Hình 2-1. Trang thiết bị chính của xưởng hàn oxyacetylene.



**Hình 2-2.** Mỏ hàn oxyacetylene.

dầu hàn có thể làm thay đổi cách điều chỉnh vận tốc thoát khí và áp suất khí.

Dầu hàn có nhiều kích cỡ và có thể thay thế. Kích cỡ được chọn phụ thuộc vào chiều dày của kim loại được hàn. Bảng 2-1 trình bày các số liệu dùng để chọn dầu hàn. Đây là kích cỡ đề nghị, bạn cần xem xét tất cả các biến số trước khi quyết định chính thức.

### Chú ý

Do bị mòn, thỉnh thoảng cần phải thay dầu hàn. Sử dụng khóa vận thích hợp cho mục đích này (không dùng kẽm). Sử dụng dầu hàn phù hợp với áp suất được đề nghị sẽ giảm rất nhiều (nếu không hoàn toàn) các lỗi như cháy ngược, khí phun ngược, và nổ lớp bột.

**Bảng 2-1.** Số liệu của đầu hàn (vòi hàn) oxyacetylene

Cỡ đầu hàn	Cỡ mũi khoan	Áp suất oxy (psi)		Áp suất acetylene (psi)		Mức tiêu thụ acetylene* (ft <sup>3</sup> /giờ)		Chiều dày kim loại (inch)
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
000	75	1/4	2	1/2	2	1/2	3	đến 1/64
00	70	1	2	1	2	1	4	1/64 - 3/64
0	65	1	3	1	3	2	6	1/32 - 5/64
1	60	1	4	1	4	4	8	3/64 - 3/32
2	56	2	5	2	5	7	13	1/16 - 1/8
3	53	3	7	3	7	8	36	1/8 - 3/16
4	49	4	10	4	10	10	41	3/16 - 1/4
5	43	5	12	5	15	15	59	1/4 - 1/2
6	36	6	14	6	15	55	127	1/2 - 3/4
7	30	7	16	7	15	78	152	0,75 - 1,25
8	29	9	19	8	15	81	160	1,25 - 2
9	28	10	20	9	15	90	166	2 - 2,5
10	27	11	22	10	15	100	169	2,5 - 3
11	26	13	24	11	15	106	175	3 - 3,5
12	25	14	28	12	15	111	211	3,5 - 4

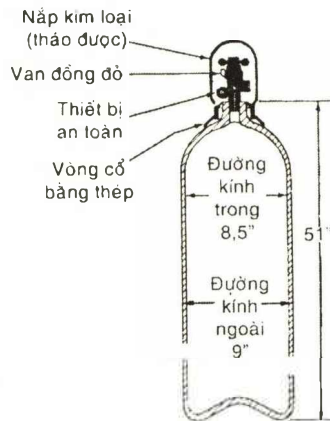
\*Mức tiêu thụ oxy bằng 1,1 lần mức tiêu thụ acetylene trong điều kiện ngọn lửa trung tính. Mức tiêu thụ khi cháy chỉ nhằm mục đích đánh giá sơ bộ. Số liệu này sẽ thay đổi rất lớn theo vật liệu được hàn và kỹ năng của người thợ hàn. Các áp suất là gần chính xác đối với chiều dài ống dẫn từ 25 ft (7,5 m) trở xuống. Đối với các ống dẫn dài hơn, tăng áp suất khoảng 1 psi trên 25 ft ống.

### Bình oxy

Các bình oxy là bình thép đúc, chứa khoảng 244 ft khối oxy ở áp suất 2200 psi và 70°F. Các bình nhỏ chứa khoảng 122 ft khối. Bình oxy thông dụng (Hình 2-3) có đường kính ngoài khoảng 9 inch, cao 54 inch, và nặng (rỗng) khoảng 104-139 pound tùy theo loại thép chế tạo bình. Trọng lượng bình đầy oxy sẽ tăng khoảng 20 pound.

Oxy trong các bình này có độ tinh khiết khoảng 99,5%. Áp suất oxy sẽ thay đổi theo nhiệt độ, nhưng trọng lượng và độ tinh khiết không thay đổi.

Van đồng đỏ đặc biệt được lắp vào



**Hình 2-3.** Bình oxy.

dầu bình oxy, phía trên có nắp bảo vệ. Van bình oxy được thiết kế để chịu áp suất rất lớn. Nếu áp suất quá lớn, đĩa trong nút an toàn trên van oxy sẽ vỡ, cho phép oxy dư thoát ra ngoài trước khi áp suất cao làm nổ bình. Bộ điều áp được gắn với ngõ ra ren ngoài tiêu chuẩn của van bình oxy.

Bảng 2-2 cung cấp các thay đổi áp suất bình oxy theo nhiệt độ. Sức chứa của bình oxy (loại 244 ft<sup>3</sup> khô) tương ứng với áp suất đồng hồ ở 70<sup>0</sup>F được liệt kê trong Bảng 2-3.

**Bảng 2-2.** Sự thay đổi áp suất bình oxy theo nhiệt độ.

Nhiệt độ (°F)	Áp suất, psi (gần đúng)	Nhiệt độ (°F)	Áp suất, psi (gần đúng)	Nhiệt độ (°F)	Áp suất, psi (gần đúng)
120	2500	50	2080	0	1780
100	2380	40	2020	-10	1720
80	2260	30	1960	-20	1660
70	2200	20	1900		
60	2140	10	1840		

Các áp suất đồng hồ được biểu thị theo nhiệt độ trên bình mới được nạp đầy đến 2200 psi ở 70<sup>0</sup>F. Các giá trị là như nhau đối với bình 244 ft<sup>3</sup> và bình 122 ft<sup>3</sup>.

**Bảng 2-3.** Sức chứa của bình oxy\*.

Áp suất đồng hồ (psi)	Sức chứa (ft <sup>3</sup> )	Áp suất đồng hồ (psi)	Sức chứa (ft <sup>3</sup> )	Áp suất đồng hồ (psi)	Sức chứa (ft <sup>3</sup> )
190	20	930	100	1640	180
285	30	1020	110	1730	190
380	40	1110	120	1820	200
475	50	1200	130	1910	210
565	60	1285	140	2000	220
655	70	1375	150	2090	230
745	80	1465	160	2200	244
840	90	1550	170		

\*Sức chứa của bình 122 ft<sup>3</sup> bằng một nửa các giá trị trên.

## Cảnh báo

Dầu hoặc mỡ tiếp xúc với oxy có thể gây ra phản ứng nổ dữ dội, dẫn đến tổn thương nghiêm trọng hoặc chết người; do đó, phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa sau đây:

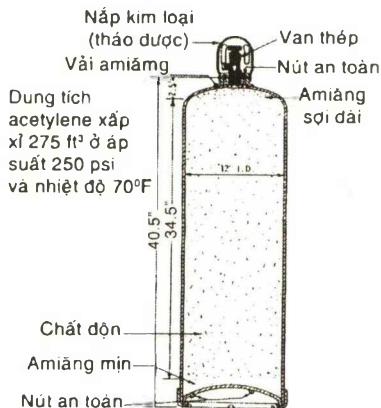
- Dán băng cấm sử dụng dầu/mỡ trên các đầu nối của bình oxy lên hoặc gắn bình oxy. Luôn luôn giữ bình oxy và phụ kiện của chúng không dính dầu, mỡ, hoặc các chất dễ cháy nổ khác.
- Không tiếp xúc với bình oxy khi tay hoặc gang tay dính dầu mỡ.



## Bình acetylene

Các bình acetylene có nhiều kích cỡ, sức chứa thay đổi từ 10 ft khối đến 360 ft khối. Hình 2-4 minh họa cấu tạo của bình acetylene thông dụng. Nắp bảo vệ van ở đầu bình có thể tháo được.

Acetylene có thể sử dụng an toàn nếu được hòa tan vào acetone lỏng dưới áp suất 250 psi. Acetone có tác dụng ổn định acetylene. Luôn luôn buộc chặt bình acetylene theo tư thế thẳng đứng trên xe đẩy hoặc tựa vào tường để tránh rò rỉ acetone. Không được thả rơi hoặc gõ lên bình acetylene. Sự va đập nhẹ cũng có thể làm nổ bình acetylene. Ở các áp suất cao, acetylene không ổn định.



Hình 2-4. Bình acetylene

## Chú ý

Bình bị hư phải được chuyển ra khỏi nhà ngay lập tức. Không có cơ hội nào để sử dụng bình khí acetylene bị rò rỉ.

## Cảnh báo

Khi điều chỉnh acetylene đến áp suất làm việc, số đo trên đồng hồ của bộ điều áp không được vượt quá 15 psi. Đây là tốc độ xả tối đa đối với bình acetylene. Tốc độ xả quá mức sẽ kéo theo acetone, chất này có tác dụng làm yếu mối hàn. Tốc độ xả phải tỷ lệ với tổng dung tích của bình (ví dụ, đối với bình 275 ft<sup>3</sup>, tốc độ xả là 50 ft<sup>3</sup>/giờ).

## Ống dẫn và các đầu nối

Trong phương pháp hàn oxyacetylene và các phương pháp hàn hơi khác, các ống dẫn khí phải bền chắc, không có lỗ mọt, mềm dẻo, không bị xoắn. Tốt nhất là ống neoprene được gia cố bằng tơ nhân tạo. Lớp vỏ ngoài cùng có khả năng chịu dầu, mỡ, và đủ bền để làm việc trong hầu hết các điều kiện của xưởng hàn. Các ống này được bán dưới dạng ống đơn (đường kính trong 1/8 - 1/2 inch) hoặc ống đôi với chiều dài liên tục có thể lên đến 300 ft. Cuộn tiêu chuẩn có chiều dài gần 100 ft. Ngoài ra, các ống còn được cắt và lắp đầu nối theo các chiều dài 12,5; 25; và 100 ft.



## Kiểm tra và bảo dưỡng ống

- Thường xuyên kiểm tra các ống và đầu nối để tìm dấu hiệu hư hỏng hoặc bị mòn.
- Thay các ống bị rò rỉ, bị mòn, hoặc bị hư. Không cố gắng sửa chữa chúng, vì mọi cách sửa chữa đều không an toàn.
- Thay các đầu nối ống bị hư.
- Luôn luôn thổi sạch ống trước khi hàn hoặc cắt.
- Giữ ống cách xa sàn nhà để tránh bị dẫm đạp.
- Giữ các đường ống ngắn đến mức có thể để tránh hư hỏng.
- Quán phần ống thừa để tránh bị xoắn và rối.

Ống oxy thường có màu đen hoặc xanh lá (màu lam ở Anh). Ống khí nhiên liệu thường có màu đỏ. Sự phân biệt màu sắc này là vì lý do an toàn. Ví dụ, dùng ống oxy để dẫn khí acetylene có thể gây ra các tai nạn nghiêm trọng. Không sử dụng ống cho mục đích khác ngoài công dụng ban đầu của chúng. Một biện pháp phòng ngừa an toàn khác là kiểu ren trên các đầu nối ống. Ống khí nhiên liệu có đầu nối ren trái (và đường rãnh bao quanh mặt ngoài), trái lại, ống oxy được lắp các đầu nối ren phải và đai ốc ở cả hai đầu.

## Chú ý

Luôn luôn sử dụng chiều dài ống tối thiểu giữa bình khí và mỏ hàn để tiết kiệm oxy và acetylene, đồng thời hạn chế sụt áp tại mỏ hàn.

Ống dẫn khí được gắn với ống nối bằng kẹp kim loại. Đai ốc trên đầu còn lại của ống nối được gắn với bộ điều áp hoặc mỏ hàn. Đôi khi hình dạng ống nối sẽ cho biết cách sử dụng của chúng. Ống nối hình tròn thường được sử dụng cho ống oxy, còn ống nối còn thẳng dành cho ống khí nhiên liệu. Một phương pháp nhận diện khác là rãnh chạy quanh tâm đai ốc trên ống acetylene. Đây là dấu hiệu biểu thị ren trái, chỉ có thể vặn vào ngõ ra acetylene.

## Chú ý

Có thể nối nhiều bộ ống với một bộ điều áp trên các bình oxy- acetylene bằng cách lắp đầu nối tiêu chuẩn. Đầu nối này phải được lắp trên phía ngõ ra của bộ điều áp và phải có van tích hợp các chức năng khóa và chặn dòng khí phun ngược trên mỗi nhánh.

## Bộ điều hòa áp suất

Các bộ điều hòa áp suất oxy và acetylene được dùng để điều khiển áp suất khí. Nhiệm vụ của chúng là giảm áp suất cao của các khí

trong bình đến áp suất làm việc tại mỏ hàn, và duy trì áp suất làm việc không đổi trong suốt quá trình hàn. Một bộ điều áp dùng cho oxy và bộ thứ hai dùng cho khí nhiên liệu. Các bộ điều áp này được nối vào giữa bình khí và ống dẫn khí đến mỏ hàn.

Các bộ điều áp có thể thay đổi theo công suất (từ thấp đến cao) và theo loại khí. Ví dụ, *không thể* sử dụng bộ điều áp oxy cho khí acetylene, và ngược lại.

Các bộ điều hòa áp suất oxy không cùng cỡ ren với bộ điều áp acetylene. Đây là tính năng an toàn để tránh nhầm lẫn. Một tính năng an toàn khác là ngõ ra của bộ điều áp. Các đầu nối ở ngõ ra dùng cho ống oxy có ren phải. Đối với acetylene và các khí nhiên liệu khác, đầu nối ở ngõ ra có ren trái.

Hiện nay, các hệ thống hàn có thể sử dụng bộ điều áp một cấp hoặc bộ điều áp hai cấp. Nhiều bộ điều áp có hai đồng hồ. Đồng hồ áp suất cao cho biết áp suất khí trong bình, và đồng hồ áp suất thấp biểu thị áp suất làm việc của khí được phân phối đến mỏ hàn.

Bộ điều áp một cấp yêu cầu điều chỉnh mỏ hàn để duy trì áp suất làm việc không đổi. Khi áp suất trong bình giảm, áp suất của bộ điều áp cũng giảm và bạn phải điều chỉnh mỏ hàn. Bộ điều áp hai cấp có chế độ bù tự động khi áp suất bình giảm. Bộ điều áp hai cấp thực chất là hai bộ điều áp trong một để giảm áp suất từ từ theo hai giai đoạn. Cấp thứ nhất trong bộ điều áp hai cấp đóng vai trò khoang giảm áp suất cao. Áp suất định trước được điều chỉnh và duy trì bằng lò xo và màng chắn. Sau đó, khí đã giảm áp lưu thông vào cấp thứ hai, cấp này đóng vai trò khoang giảm áp suất thấp. Từ đây, áp suất được điều khiển bằng vít điều chỉnh.

### **Bảo trì bộ điều áp**

Sự bảo trì bộ điều áp đúng mức là rất quan trọng để vận hành an toàn và hiệu quả. Sau đây là các điểm quan trọng:

- *Luôn luôn* nới lỏng vít điều chỉnh trên bộ điều áp trước khi mở van bình khí. Nếu không, áp suất rất cao sẽ tác động vào đồng hồ đo áp suất đường ống, và có thể làm hư bộ điều áp.
- Không để rơi, bảo quản không phù hợp, hoặc xử lý thiếu thận trọng đối với các bộ điều áp có trang bị đồng hồ. Các đồng hồ này là những khí cụ rất nhạy, có thể mất khả năng làm việc một cách dễ dàng.
- Không bôi dầu vào bộ điều áp. Hầu hết các bộ điều áp đều có chỉ dẫn "use no oil" (không sử dụng dầu) được in trên mặt của cả hai đồng hồ.
- Tất cả các nối kết của bộ điều áp đều phải kín và không rò rỉ.

## Cảnh báo

Không điều chỉnh bộ điều áp acetylene để cho phép xả hơn 15 psi (103.4 kPa).

## Thiết bị chống cháy ngược và van chặn

Các thiết bị chống cháy ngược (còn gọi là *bẫy ngọn lửa*) và van một chiều chịu tải lò xo sẽ được lắp giữa mỏ hàn và các ống dẫn khí.

## Chú ý

Một số mỏ hàn được thiết kế với thiết bị chống cháy ngược và van chặn tích hợp.

## Cháy ngược

Cháy ngược là tình trạng có khả năng gây nguy hiểm do sự bốc cháy hỗn hợp oxy và khí nhiên liệu trong khoang trộn ở tay cầm mỏ hàn, thay vì ở đầu mỏ hàn. Nếu hỗn hợp cháy này đi qua các ống dẫn và bộ điều áp rồi vào các bình khí, chúng có thể gây hỏa hoạn hoặc nổ, dẫn đến tổn thương nghiêm trọng hoặc chết người. Sau đây là các nguyên nhân gây cháy ngược.

- Mở các van bình oxy và bình khí nhiên liệu rồi cố gắng mỗi lửa mỏ hàn có đầu hàn bị nghẽn.
- Các đầu nối ống dẫn bị lỏng và/hoặc ống bị rò rỉ.
- Vận tốc khí thấp do áp suất khí không chính xác.
- Mỗi lửa mỏ hàn có bộ điều áp oxy hoặc acetylene bị hư.

Các van chặn trên ống dẫn có tác dụng ngăn oxy và khí nhiên liệu hòa trộn với nhau thành hỗn hợp dễ bay hơi ở phía sau khoang trộn. Các bộ dập lửa (thường là ống nhỏ bằng thép không gỉ) ngăn chặn ngọn lửa bằng cách hấp thụ nhiệt của ngọn lửa và bóp nghẹt đường đi của nó.

## Bật lửa hàn

Không thổi lửa hỗn hợp oxy và khí nhiên liệu bằng diêm. Sự bùng cháy đột ngột có thể làm phỏng tay hoặc bộ phận cơ thể khác của người thợ hàn. Để bảo đảm không gặp những tai nạn này, bạn cần thổi lửa hỗn hợp khí bằng bật lửa hàn. Đây là vật dụng đơn giản, rẻ tiền, sử dụng đá lửa và thép. Một số bật lửa hàn có dạng tương tự khẩu súng ngắn, và bắn một loạt tia lửa vào dòng khí đang thoát ra khỏi mỏ hàn. Một số khác có bộ phận giữ viên đá lửa quay, cho phép sử dụng lâu dài trước khi phải thay đá lửa mới.

## QUE HÀN HƠI

Que hàn hơi là các thanh kim loại nhỏ được sử dụng để bổ sung kim loại vào mối hàn trong quá trình hàn. Trong khi hàn, que hàn nóng chảy và liên kết với kim loại nền nóng chảy để tạo thành mối hàn vững chắc. Do thành phần cấu tạo của que hàn phải tương tự kim loại nền, sự lựa chọn que hàn phù hợp là rất quan trọng. Chọn que hàn không phù hợp sẽ dẫn đến mối hàn yếu và không tác dụng.

Que hàn có nhiều kích cỡ và thành phần cấu tạo (Bảng 2-4), chúng có đường kính từ 1/16 đến 3/8 inch. Que hàn gang được bán theo chiều dài 24 inch, các que hàn khác có chiều dài 36 inch.

## CHẤT TRỢ DUNG

Chất trợ dung là vật liệu ngăn cản, hòa tan, hoặc tạo điều kiện để loại bỏ các oxide và những tạp chất không mong muốn khác. Vật liệu trợ dung là chất phi kim dễ nóng chảy. Phản ứng hóa học giữa chất trợ dung và oxide tạo thành xỉ nổi lên bề mặt vũng kim loại nóng chảy trong quá trình hàn. Sau khi mối hàn nguội, có thể loại bỏ xỉ ra khỏi bề mặt mối hàn. Lưu ý:

- Chất trợ dung được chọn theo thành phần hóa học, tùy theo kim loại hoặc các kim loại chịu tác động của chất trợ dung. Các chất trợ dung được chia thành ba loại chính: (1) chất trợ dung hàn, (2) chất trợ dung hàn vảy cứng, và (3) chất trợ dung hàn vảy mềm. Các chất trợ dung hàn được phân loại thành chất trợ dung hàn hơi và chất trợ dung hàn than.
- Các chất trợ dung được bán dưới dạng bột, dạng kem, hoặc dạng lỏng (thường chứa trong chai nhựa). Số lượng chất trợ dung trong lon hoặc chai là 0,5 đến 5 pound, trong các thùng là 25 pound hoặc hơn.
- Một số chất trợ dung dạng bột có thể sử dụng bằng cách nhúng que hàn nóng vào lon để chất trợ dung bám vào que hàn, hoặc rắc bột trợ dung trực tiếp lên bề mặt kim loại nền. Một số chất trợ dung dạng bột được trộn với cồn hoặc nước thành dạng kem và phết lên bề mặt kim loại.
- Các chất trợ dung dạng kem hoặc lỏng được sử dụng theo dạng đã mua của chúng.

## DỤNG CỤ LÀM SẠCH ĐẦU HÀN

Các đầu hàn phải được làm sạch đều đặn để kéo dài thời gian sử dụng và duy trì hiệu suất cao một cách ổn định. Dây làm sạch đầu hàn bằng thép không gỉ có nhiều đường kính khác nhau để phù hợp các lỗ phun ở đầu hàn. Tất cả các chất tích tụ ở mặt trong đầu hàn phải được loại bỏ nhưng không nở rộng lỗ phun.

### Lắp đặt thiết bị hàn oxyacetylene

1. Dùng xích hoặc vật liệu không cháy để buộc chặt các bình oxy

**Bảng 2-4.** Que hàn hơi.

Loại	Ghi chú
RG45	Thanh thép carbon thấp được phủ đồng dùng cho hàn hơi.
	AWS A5.2 Class RG45
	Dùng ngọn lửa trung tính để tránh oxy hóa hoặc thấm carbon quá mức.
	Thường dùng để hàn thép carbon thấp có chiều dày đến 1/4".
	Thích hợp cho những nơi yêu cầu tinh dẻo và dễ gia công. Mỗi hàn có chất lượng cao, dễ uốn, và không bị rỗ xốp.
RG60	Rất thích hợp với thép tấm, ống, vật đúc, và các dạng thép xây dựng. Không cần chất trợ dung.
	Que hàn hơi thép hợp kim thấp.
	AWS A5.2 Class RG60
	Dùng ngọn lửa trung tính để tránh oxy hóa hoặc thấm carbon quá mức.
	Mỗi hàn chất lượng tốt, độ bền kéo cao trên thép carbon thấp và thép hợp kim thấp dạng tấm, ống, và các thép xây dựng.
	Thích hợp cho các mối hàn cần xử lý nhiệt và ủ như các loại thép đúc thông thường.
Thành phần silic và mangan cao sẽ khử các tạp chất trong kim loại nóng chảy, do đó không cần chất trợ dung.	
Thanh RG60 cũng được dùng để bổ sung kim loại vào mối hàn trong phương pháp hàn hồ quang wolfram có khí bảo vệ (GTAW/TIG).	
Que đồng thau trần	Que hàn hơi đồng đỏ ít khói được chế tạo bằng hợp kim đồng-thiếc dễ chảy, có thể liên kết nhiều kim loại khác nhau, kể cả gang và sắt dẻo, thép ma-kem, đồng thau, đồng, và thép.
	Mỗi hàn vững chắc, độ bền kéo đến 63.000 psi
	Cần sử dụng chất trợ dung.
Que đồng thau phủ trợ dung hoặc đồng đỏ ít khói	Có các đặc tính như que đồng thau trần
	Có sẵn chất trợ dung trong lớp phủ que hàn.

và acetylene theo tư thế thẳng đứng với xe đẩy, tường, hoặc mặt đứng cố định để giữ chúng không bị ngã. Đặt chúng gần vị trí hàn đến mức có thể, nhưng phải cách xa các ngọn lửa trần.

2. Tháo các nắp bảo vệ trên cả hai bình khí. Kiểm tra ngõ ra của bình để tìm các ren bị trơn hoặc mặt tựa đầu nổi bị hư.
3. Mở và đóng van bình oxy thật nhanh để thổi sạch bụi hoặc chất bẩn tích tụ trong lỗ thoát. Lau sạch mặt tựa của đầu nổi bằng vải sạch và khô. Nếu không loại bỏ, bụi hoặc chất bẩn có thể làm hư bộ điều áp và đồng hồ hiển thị số đo không chính xác.

## Cảnh báo

Không đứng ngay trước lỗ thoát khi mở van bình oxy, và bảo đảm luồng oxy không hướng thẳng vào người khác, tàn lửa, hoặc ngọn lửa trần. Luồng oxy áp suất cao có thể làm tổn thương mắt nghiêm trọng. Oxy không cháy, nhưng *tạo điều kiện* cho sự cháy, có thể làm cho tia lửa hoặc ngọn lửa bùng cháy mãnh liệt.

## Chú ý

Miệng van và đầu nổi ngõ vào phải sáng bóng và sạch sẽ, cả bên trong lẫn bên ngoài. Điều này đặc biệt quan trọng đối với bình oxy. Dầu hoặc mỡ có thể cháy hoặc nổ khi có mặt oxy. Không cho phép oxy tiếp xúc với dầu, mỡ, hoặc chất dễ cháy khác.

4. Lặp lại Bước 3 đối với bình acetylene.
5. Nối bộ điều áp oxy với bình oxy.

## Chú ý

Sử dụng các bộ điều áp theo loại khí và khoảng áp suất được chỉ định. Ngõ ra của van bình khí và đầu nổi ngõ vào trên bộ điều áp được thiết kế để hạn chế tối đa khả năng nối kết nhầm.

6. Nối bộ điều áp acetylene với bình acetylene.
7. Nối ống oxy màu xanh lá hoặc đen với bộ điều áp oxy. Ống oxy có ren phải, vặn theo chiều kim đồng hồ để siết chặt. Thực hiện nối kết chặt, nhưng không siết chặt quá mức.
8. Nối ống acetylene màu đỏ với bộ điều áp acetylene. Ống acetylene có ren trái, vặn ngược chiều kim đồng hồ để siết chặt. Nhắc lại, không nên siết chặt quá mức.
9. Nạp khí vào bộ điều áp oxy bằng cách mở van bình oxy từ từ để không làm hư mặt tựa của bộ điều áp.

## Cảnh báo

Không đứng đối diện với bộ điều áp khi mở van bình khí. Bộ điều áp bị hư có thể cho phép khí thoát ra với lực đủ mạnh để làm vỡ mặt kính đồng hồ và gây thương tích cho người đứng gần. Khi mở van bình khí, luôn luôn đứng lệch sang một bên đối với bộ điều áp và xoay van từ từ.

10. Mở vít điều chỉnh (cần chữ T trên bộ điều áp) bộ điều áp oxy, thổi sạch chất bẩn và bụi trong ống oxy rồi đóng vít điều chỉnh.
11. Lặp lại Bước 9 và Bước 10 đối với ống và bộ điều áp acetylene.
12. Nối ống oxy với van oxy trên mỏ hàn, và nối ống acetylene với van acetylene. Nhắc lại, ống oxy có ren phải, ống acetylene có ren trái.
13. Đóng các van kim trên mỏ hàn và mở các van trên bình oxy và bình acetylene. Điều chỉnh hai bộ điều áp đến áp suất làm việc và kiểm tra rò rỉ ở tất cả các khớp nối, sử dụng xà phòng và nước. Các bong bóng xà phòng là dấu hiệu rò rỉ. Siết chặt mỗi nối bị rò rỉ bằng khóa vặn. Nếu vẫn còn rò rỉ, khóa bình oxy và bình acetylene rồi kiểm tra các ren, ống, hoặc các bộ phận bị hư khác. Sửa chữa hoặc thay mới theo yêu cầu.

## Chú ý

Phải sửa chữa các rò rỉ trước khi sử dụng thiết bị hàn. Sự rò rỉ không chỉ lãng phí khí, mà còn có thể gây cháy nổ. Thường xuyên kiểm tra rò rỉ, không phải chỉ kiểm tra khi mới lắp đặt thiết bị.

## Chọn đầu hàn

Kích cỡ đầu hàn phụ thuộc vào chiều dày của kim loại nền. Đầu hàn có lỗ phun nhỏ được dùng để hàn tấm kim loại mỏng.

## Chú ý

Điều hết sức quan trọng là sử dụng đầu hàn phù hợp với áp suất làm việc. Đầu hàn quá nhỏ sẽ không đủ nhiệt để nung chảy kim loại đến độ sâu cần thiết. Đầu hàn quá lớn có thể làm thủng kim loại.

1. Chọn đầu hàn phù hợp với công việc. Kích cỡ đầu hàn phụ thuộc vào nhiều yếu tố: chiều dày kim loại, vị trí hàn, và loại kim loại được hàn. Nếu đầu hàn quá nhỏ so với công việc, thời gian hàn sẽ kéo dài và sự nóng chảy không đạt yêu cầu. Đầu hàn quá lớn sẽ tạo ra kim loại xấu trong mỗi hàn (do sự oxy hóa quá mức) và công việc sẽ khó nhọc hơn vì không thể điều khiển dòng kim loại.
2. Lắp đầu hàn vào mỏ hàn.



## Môi lửa mỏ hàn

1. Hướng đầu hàn chúi xuống và cách xa cơ thể bạn.
2. Mở các van trên bình oxy và bình acetylene, điều chỉnh áp suất làm việc tương ứng với kích cỡ đầu hàn được sử dụng.

## Cảnh báo

Không đứng đối diện với bộ điều áp khi mở van bình khí. Bộ điều áp bị hư có thể cho phép luồng khí thoát ra đủ mạnh để làm vỡ mặt kính và thổi mảnh kính vào mặt bạn. Ghi nhớ, oxy và acetylen trong các bình chứa có áp suất rất cao, nếu va đập đột ngột với bộ điều áp, chúng có thể làm hư thiết bị này.

3. Mở van trên bình acetylene và bình oxy khoảng một vòng. Tiếp theo, xoay các van điều chỉnh bộ điều áp oxy và acetylene đến áp suất làm việc.
4. Mở van acetylene trên mỏ hàn khoảng một phần tư vòng và môi lửa đầu hàn.

## Cảnh báo

Nếu tri hoãn sự môi lửa quá lâu, acetylene sẽ tích tụ xung quanh đầu hàn. Khi bạn môi lửa, phần acetylene này có thể cháy bùng lên và làm phỏng tay bạn.

## Chú ý

Không dùng diêm để môi lửa mỏ hàn. Các ngón tay của bạn sẽ quá gần đầu hàn, và sự bốc cháy acetylene đột ngột có thể gây ra các vết phỏng nghiêm trọng.

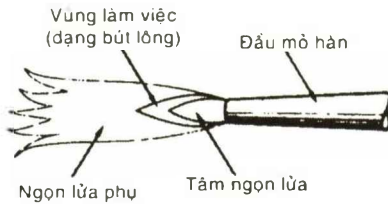
## Cảnh báo

Không môi lại mỏ hàn từ kim loại nóng khi hàn trong thùng kín, bồn chứa, hoặc không gian hẹp. Trong không gian giới hạn này có thể còn đủ khí chưa cháy để gây nổ khi acetylene từ đầu mỏ hàn tiếp xúc với kim loại nóng. Đưa mỏ hàn ra ngoài, môi lửa lại theo cách quy định, và thực hiện các điều chỉnh cần thiết trước khi tiếp tục hàn.

5. Sau khi môi lửa, điều chỉnh van acetylene để có ngọn lửa phù hợp. Nếu ngọn lửa có nhiều khói, tăng lượng acetylene cho đến khi không còn khói và ngọn lửa dường như tách khỏi đầu hàn.
6. Khi đã điều chỉnh chính xác ngọn lửa acetylene, mở van oxy một cách chậm rãi để không khí trong đường ống thoát ra từ từ và không thổi tắt ngọn lửa.
7. Mở van oxy trên mỏ hàn từ từ cho đến khi ngọn lửa chuyển từ



màu vàng sang xanh nhạt và có hình côn hoàn hảo. Đây là ngọn lửa thông dụng trong hầu hết các quá trình hàn, và được gọi là ngọn lửa *trung tính*:



**Hình 2-5.** Ba vùng căn bản của ngọn lửa oxyacetylene

### Điều chỉnh ngọn lửa

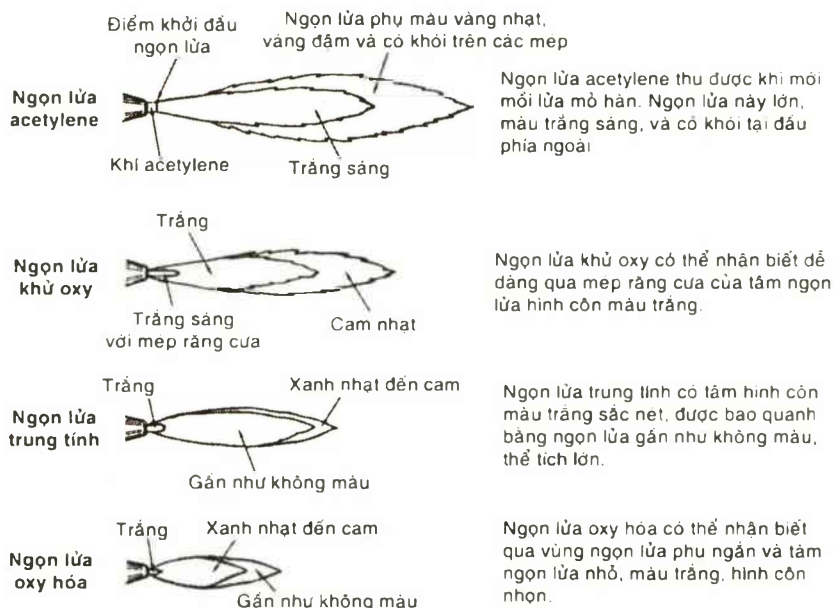
Có thể điều chỉnh tỷ lệ oxy và acetylene để tạo ra ngọn lửa trung tính, oxy hóa, hoặc khử oxy. Phương pháp hàn oxyacetylene thường sử dụng ngọn lửa trung tính bằng cách trộn oxy và acetylene theo tỷ lệ gần bằng nhau. Xem Bảng 2-5, 2-6, và Hình 2-5.

**Bảng 2-5.** Các vùng căn bản của ngọn lửa oxyacetylene.

Vùng ngọn lửa (xem Hình 2-5)	Chú thích
Tâm ngọn lửa	Đây là phần ngọn lửa hình côn tại lỗ phun của đầu hàn; phần trong cùng của ngọn lửa. Lưu ý: Không cho phép tâm ngọn lửa tiếp xúc với chi tiết, vì phần này sẽ làm thủng kim loại.
Vùng làm việc	Vùng ở giữa ngọn lửa phụ và tâm ngọn lửa. Vùng này có thể không xuất hiện trên một số ngọn lửa.
Ngọn lửa phụ	Phần mở rộng bao quanh vùng làm việc và tâm ngọn lửa. Thể tích phần này lớn hơn nhiều so với vùng làm việc và tâm ngọn lửa, vì nó được cung cấp oxy từ không khí xung quanh.

**Bảng 2-6.** Các loại ngọn lửa oxyacetylene

Loại ngọn lửa (xem Hình 2-6)	Chú thích
Ngọn lửa acetylene	Ngọn lửa lớn, nhiều khói được tạo ra khi mỏ hàn mới được môi lửa.
Ngọn lửa khử oxy	Ngọn lửa dư acetylene, thường không có vùng làm việc bao quanh tâm ngọn lửa. Khi được điều chỉnh để có vùng làm việc nhỏ, có thể sử dụng ngọn lửa này trên hầu hết các kim loại không chứa nguyên tố sắt. Phần ngọn lửa thường được sử dụng trên các kim loại này là phần ngọn lửa phụ phía ngoài.
Ngọn lửa trung tính	Ngọn lửa do sự đốt cháy hỗn hợp khí acetylene và oxy với tỷ lệ gần bằng nhau (oxy hơi nhiều hơn).
Ngọn lửa oxy hóa	Ngọn lửa dư oxy. Ngọn lửa này không có vùng làm việc, cả tâm ngọn lửa và phần ngọn lửa phụ đều ngắn. Ngọn lửa oxy hóa ít khi được sử dụng, vì chúng tác hại đối với nhiều kim loại.



Hình 2-6. Các loại ngọn lửa oxyacetylene.

## Tắt mỏ hàn

1. Trước hết, đóng van acetylene trên mỏ hàn, vì khóa dòng acetylene ngọn lửa sẽ tắt ngay lập tức. Trái lại, nếu khóa oxy trước, acetylene sẽ tiếp tục cháy, thải ra nhiều khói và bồ hóng.
2. Đóng van oxy trên mỏ hàn.

## Đóng thiết bị

1. Nếu cần đóng toàn bộ thiết bị hàn, khóa cả hai van trên bình acetylene và bình oxy.
2. Xả áp suất trên các đồng hồ bằng cách mở van kim cho đến khi hai đường ống không còn áp suất. Lập tức đóng các van này.
3. Nới lỏng vít điều chỉnh trên các bộ điều áp bằng cách xoay chúng về bên trái (ngược chiều kim đồng hồ).
4. Tháo các ống dẫn khí ra khỏi mỏ hàn.
5. Tháo ống dẫn khí ra khỏi các bộ điều áp.

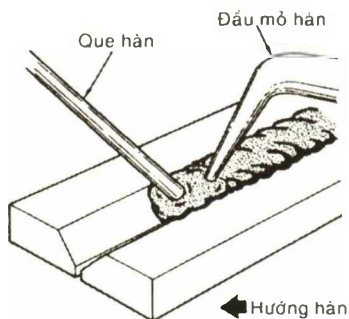
6. Tháo bộ điều áp ra khỏi các bình khí và lắp lại nắp bảo vệ đầu bình khí.

## CÁC PHƯƠNG PHÁP HÀN OXYACETYLENE

Hai kỹ thuật hàn căn bản là *hàn thuận* và *hàn nghịch*. Chúng khác nhau về cách hướng đầu hàn theo chiều đường hàn hoặc ngược chiều đường hàn. Ngoài việc chọn phương pháp hàn thuận hay hàn nghịch, người thợ hàn còn phải giải quyết vấn đề vị trí hàn.

### Phương pháp hàn thuận

Trong phương pháp hàn thuận, đầu mỏ hàn đi theo que hàn và cùng chiều với môi hàn đang thực hiện (Hình 2-7). Đặc trưng của kỹ thuật này là cả đầu hàn và que hàn di chuyển theo đường bán nguyệt rộng để tạo ra các chuyển động dao động ngược chiều nhau. Ngọn lửa được hướng theo chiều hàn, nhưng hơi chúc xuống để gia nhiệt trước các mép môi ghép.

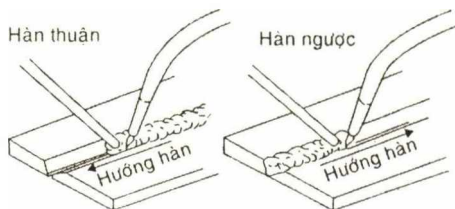


Hình 2-7. Hàn thuận. Que hàn đi trước đầu mỏ hàn.

Phương pháp hàn thuận gặp khó khăn khi hàn kim loại dày. Để có độ ngấu đạt yêu cầu và sự nóng chảy chính xác của các bề mặt rãnh, đồng thời cho phép đầu hàn và que hàn di chuyển, môi ghép phải có rãnh V rộng (góc trong  $90^\circ$ ). Điều này dẫn đến vùng hàn lớn, khó điều khiển, đặc biệt khi hàn ngửa.

### Phương pháp hàn nghịch

Trong phương pháp hàn nghịch, đầu mỏ hàn đi trước que hàn theo chiều môi hàn đang thực hiện (Hình 2-8). Trái với phương pháp hàn thuận, ngọn lửa hướng ngược về phía vũng hàn và que hàn. Ngoài ra, mỏ hàn di chuyển ổn định theo rãnh hàn, không có chuyển động dao động. Trái lại, que hàn có



Hình 2-8 Phương pháp hàn ngược: Đầu mỏ hàn đi trước que hàn.

thể di chuyển theo các đường tròn (bên trong vũng hàn) hoặc bán nguyệt (qua lại quanh vũng hàn).

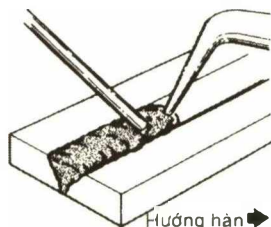
Phương pháp hàn nghịch tạo ra vũng hàn nhỏ, yêu cầu rãnh V hẹp hơn phương pháp hàn thuận (góc xiên  $30^{\circ}$ , hoặc góc trong  $60^{\circ}$ ). Do đó có thể điều khiển quá trình hàn tốt hơn và giảm chi phí hàn.

### Bổ sung kim loại hàn

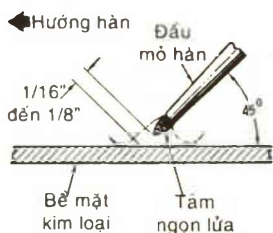
Để nóng chảy, đầu que hàn phải ở dưới bề mặt vũng hàn nóng chảy. *Không* cho phép đầu que hàn tiếp xúc với tâm ngọn lửa hình côn. Cũng *không* giữ que hàn *phía trên* vũng hàn để kim loại hàn nóng chảy và nhỏ giọt vào vũng hàn.

### Góc nghiêng và chuyển động của mỏ hàn

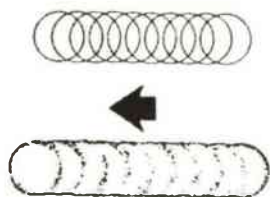
Các Hình 2-9 đến 2-13 minh họa (1) các chuyển động thông thường của mỏ hàn, (2) góc nghiêng mỏ hàn và khoảng cách từ đầu mút của tâm ngọn lửa đến bề mặt kim loại nền, và (3) đường hàn được tạo ra bằng cách tăng và giảm tốc độ hàn.



**Hình 2-9.** Đường hàn chuỗi hạt hình thành do thay đổi tốc độ hàn. Các phần hẹp được tạo ra do tăng tốc độ hàn; ở tốc độ thấp, vũng hàn lớn hơn.



**Hình 2-10.** Góc mỏ hàn và khoảng cách giữa tâm ngọn lửa và bề mặt kim loại

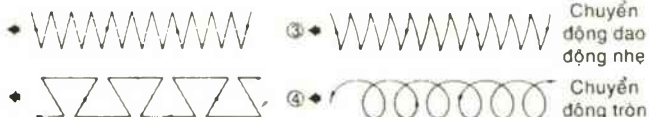


**Hình 2-11.** Đường hàn chuỗi hạt được định hình chính xác. Đầu mỏ hàn chuyển động tròn gối lên nhau.



**Hình 2-12.** Chuyển động dao động của đầu mỏ hàn. Đầu mỏ hàn phải di chuyển với tốc độ không đổi.

**Hình 2-13.** Các kiểu chuyển động khác của đầu mỏ hàn.



Chuyển động dao động nhẹ  
Chuyển động tròn

## XỬ LÝ SỰ CỐ TRONG PHƯƠNG PHÁP HÀN OXYACETYLENE

### Chú ý

Không cố gắng hàn lại mối hàn bị khuyết tật. Loại bỏ kim loại hàn bị khuyết tật ra khỏi mối ghép và thực hiện đường hàn mới. Sự hàn lại thường tạo ra mối hàn yếu.

**Bảng 2-7.** Xử lý sự cố trong phương pháp hàn oxyactylene.

Sự cố	Nguyên nhân	Phương pháp khắc phục
Ngọn lửa bị phân tách	Đầu mỏ hàn dơ hoặc bị nghẽn	Ngưng hàn, chờ đầu mỏ hàn nguội và làm sạch. Tiếp tục hàn lại.
Ngọn lửa không có tâm hình côn sắc nét	Đầu mỏ hàn bị dơ.	Ngưng hàn, chờ đầu mỏ hàn nguội và làm sạch. Tiếp tục hàn lại.
Hỗn hợp khí bốc cháy sớm	Carbon tích tụ bên trong lỗ phun và trên bề mặt đầu mỏ hàn.	Ngưng hàn, chờ đầu mỏ hàn nguội và làm sạch. Tiếp tục hàn lại.
Cháy ngược hoặc tiếng lộp bộp (đơn lẻ hoặc một chuỗi tiếng nổ nhỏ phát ra sau khi mỏ hàn được môi lửa một thời gian ngắn) Ngọn lửa hàn có thể tắt rồi cháy lại, hoặc tắt hẳn.	Đầu mỏ hàn bị nghẽn	Ngưng hàn, chờ đầu mỏ hàn nguội và làm sạch. Tiếp tục hàn lại.
	Sự cháy sớm hỗn hợp khí trong đầu mỏ hàn, khoang tròn, hoặc cả hai.	Tăng áp suất oxy và acetylene từ từ cho đến khi tiếng lộp bộp không còn.
	Đầu mỏ hàn quá nóng do đặt quá gần chi tiết.	Ngưng hàn, chờ đầu mỏ hàn nguội rồi tiếp tục hàn với đầu hàn cách xa chi tiết hơn.
Tiếng rít (chuỗi tiếng nổ nhỏ, nhanh, sau khi mỏ hàn được môi lửa).	Như trường hợp cháy ngược hoặc tiếng lộp bộp.	Như trường hợp cháy ngược hoặc tiếng lộp bộp.
Cháy ngược (ngọn lửa bốc cháy ở trong hoặc sau khoang trộn của mỏ hàn)	Thiết bị có vấn đề: đầu mỏ hàn bị lỏng hoặc hư, đầu mỏ hàn bị nghẽn, ống dẫn bị xoắn hoặc hư. Quy trình hàn không phù hợp, ví dụ, áp suất khí không chính xác, đầu mỏ hàn quá nóng, hoặc không làm sạch các ống dẫn khi trước khi mỗi lần mỏ hàn.	Trước hết, tuần tự đóng van oxy, van acetylene trên mỏ hàn. Bảo đảm ngọn lửa trong mỏ hàn hoặc ống đã tắt. Kiểm tra đầu mỏ hàn, bộ điều áp, và các ống; thay mới nếu chúng bị hư. Làm sạch các ống, kiểm tra áp suất oxy/acetylene, tái mỗi lần mỏ hàn theo quy trình chuẩn.
Độ ngẫu không đạt yêu cầu	Thiếu nhiệt, do đầu mỏ hàn quá nhỏ.	Thay đầu mỏ hàn có kích cỡ phù hợp
Kim loại bị cháy thủng	Dư nhiệt, do đầu mỏ hàn quá lớn.	Thay đầu mỏ hàn có kích cỡ phù hợp.

Sự cố	Nguyên nhân	Phương pháp khắc phục
Mối hàn không đều (các điểm ngấu tốt và ngấu không đạt yêu cầu xen kẽ nhau).	Di chuyển mỏ hàn quá nhanh hoặc quá chậm; các chuyển động zic-zac không đều và không đi theo vũng hàn; chuyển động zic-zac gối lên nhau.	Hàn với chuyển động ổn định, đều.
Mối ghép chỉ nóng chảy ở một phía.	Mỏ hàn không di chuyển từ bên này sang bên kia mỗi ghép một cách đều đặn.	Di chuyển sao cho mỏ hàn tiếp xúc đồng đều với cả hai phía của mối ghép.
Mối ghép bị thủng nhiều lỗ.	Giữ ngọn lửa quá lâu ở một vị trí làm kim loại bị quá nhiệt.	Di chuyển mỏ hàn dọc theo mối ghép với tốc độ không làm quá nhiệt kim loại nền.
Cuối mối hàn có các lỗ thủng.	Không nhắc mỏ hàn lên và giảm nhiệt khi đến cuối mối hàn.	Áp dụng quy trình hàn phù hợp.
Có lẫn oxide (các đốm đen xuất hiện trên mặt gầy của mối hàn).	Làm sạch bề mặt kim loại nền trước khi hàn không đạt yêu cầu.	Bảo đảm kim loại nền sạch sẽ trước khi hàn.
Hàn không dính	Một phía mối ghép được cấp nhiệt không đủ.	Tác dụng nhiệt đồng đều khắp mối ghép.
	Tốc độ hàn quá cao, kim loại hàn tách khỏi bề mặt kim loại nền trên một phía.	Giảm tốc độ hàn
Mối hàn giòn	Do sử dụng ngọn lửa khử oxy. Điều quan trọng là sử dụng ngọn lửa phù hợp.	Sử dụng ngọn lửa trung tính trên các kim loại đen (có nguyên tố sắt).
Quá nhiệt	Di chuyển ngọn lửa quá chậm, lượng nhiệt cung cấp cho vũng hàn quá nhiều. Điều này dẫn đến sự hình thành cội kim loại dư tích tụ ở đáy mối hàn.	Tăng tốc độ mỏ hàn.
Que hàn dính vào vũng hàn	Không giữ vũng hàn nóng chảy.	Duy trì nhiệt trên vũng hàn đủ lâu để hoàn tất sự bổ sung kim loại hàn.
	Những que hàn vào vũng hàn không đủ nhanh.	Những que hàn vào vũng hàn nhanh hơn.

## Chương 3

# CẮT BẰNG NGỌN LỬA OXYACETYLENE

Cắt bằng ngọn lửa oxyacetylene là phương pháp sử dụng nhiệt để cắt kim loại đen theo quy trình: Trước hết, gia nhiệt bề mặt kim loại đến nhiệt độ bốc cháy, sau đó đưa luồng oxy tinh khiết vào để oxy hóa (đốt cháy) kim loại một cách nhanh chóng. Sự oxy hóa kim loại tạo ra đường cắt theo sau chuyển động của ngọn lửa mỏ hàn.

### Chú ý

Hiệp hội Hàn Hoa Kỳ (AWS) sử dụng thuật ngữ *cắt oxy-nhiên liệu* (OFC) để nói đến nhóm phương pháp cắt dùng hỗn hợp oxy và khí nhiên liệu để nung nóng bề mặt kim loại và sử dụng nguồn oxy khác để cắt kim loại. Cắt bằng oxyacetylene là phương pháp cắt oxy- nhiên liệu thông dụng nhất, kết hợp oxy với khí nhiên liệu acetylene. Hiệp hội Hàn Hoa Kỳ đặt tên cho phương pháp này là OFC-A.

### ỨNG DỤNG CỦA PHƯƠNG PHÁP CẮT BẰNG OXYACETYLENE

Phương pháp cắt bằng tay với ngọn lửa oxyacetylene rất phổ biến trong công tác bảo trì và sửa chữa. Các công việc dựa trên phương pháp cắt oxy-nhiên liệu là đục lỗ, vát cạnh, và gia công bằng ngọn lửa.

### Ưu và nhược điểm của phương pháp cắt bằng oxyacetylene

#### Ưu điểm

- Thiết bị độc lập, dễ di chuyển.
- Dễ học và sử dụng.
- Trang thiết bị không đắt tiền.
- Được sử dụng rộng rãi để cắt sắt và thép.
- Có thể cắt các vật đúc và tấm lớn không cần tháo rã.

#### Nhược điểm

- Chỉ cắt các kim loại chịu oxy hóa (kim loại có chứa sắt). Không thích hợp để cắt thép không gỉ, nhôm, hoặc các kim loại không bị oxy hóa khác.
- Đường cắt lõm chõm, để lại lượng xỉ lớn cần loại bỏ. Không thích hợp để thực hiện các đường cắt chính xác.
- Chậm hơn và chi phí cao hơn so với cắt bằng hồ quang plasma.
- Yêu cầu thông gió tốt.



## THIẾT BỊ CẮT OXYACETYLENE

Hai phương pháp hàn và cắt bằng oxyacetylene đều sử dụng chung một thiết bị, ngoại trừ mỏ hàn. Trong quá trình cắt, mỏ hàn được thay bằng mỏ cắt hoặc lắp phụ tùng cắt vào mỏ hàn.

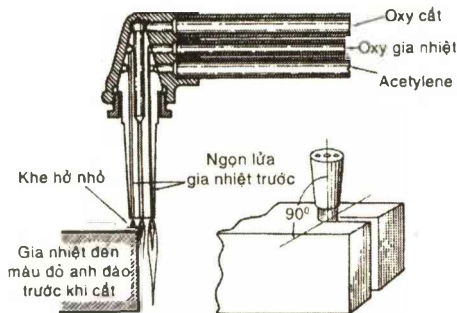
### Cảnh báo

Để phòng ngừa an toàn, hệ thống cắt bằng oxyacetylene phải được trang bị van chặn dòng ngược và bộ chống cháy trong mỗi ống, ở mỏ cắt, và ở bộ điều áp. Các thiết bị này sẽ ngăn mọi thiệt hại do sự cháy ngược vào trong đầu mỏ hàn gây ra. Sự cháy ngược kéo dài có thể làm hư ống dẫn và trang thiết bị.

### Mỏ cắt

Mỏ cắt oxyacetylene chuyên dụng có hai ống cấp oxy và một ống cấp khí nhiên liệu (Hình 3-1). Trong hai ống oxy, một ống cung cấp oxy để hòa trộn với khí nhiên liệu trong quá trình gia nhiệt bề mặt kim loại; ống còn lại cung cấp luồng oxy riêng để cắt kim loại.

Mỏ cắt chuyên dụng tạo ra khoảng cách lớn giữa tác động cắt và người thợ hàn, có thể xử lý lưu lượng oxy cao cho các công việc lớn. Một số mỏ cắt có các đầu cắt nghiêng, phù hợp với công việc cụ thể, để giảm công sức của người công nhân. Vị trí tay nắm của mỏ cắt thay đổi theo nhà sản xuất.



Hình 3-1. Mỏ cắt với ống oxy gia nhiệt, ống oxy cắt, và ống acetylene (khí nhiên liệu)

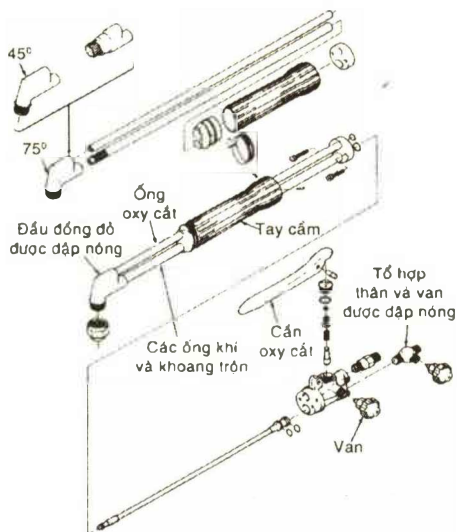
### Phụ tùng cắt

Nhiều phụ tùng cắt bằng tay được chế tạo để sử dụng với mỏ hàn tiêu chuẩn. Các phụ tùng này được nối với thân mỏ hàn sau khi tháo đầu hàn.

Tương tự các mỏ cắt tiêu chuẩn, phụ tùng cắt bằng tay có nhiều kiểu. Chúng khác nhau về: (1) vị trí cần điều khiển oxy, (2) góc của đầu cắt (thẳng,  $75^{\circ}$ , và  $90^{\circ}$ ), và (3) khí nhiên liệu được sử dụng (acetylene hoặc MAPP, khí thiên nhiên hoặc propane,...).

Có thể cải tạo thiết bị hàn oxyacetylene thành thiết bị cắt bằng cách thay khoang trộn và đầu hàn bằng phụ tùng cắt.





Hình 3-2. Cấu tạo mỏ cắt bằng tay.

Đầu cắt rẻ hơn mỏ cắt chuyên dụng. Sự thay đổi qua lại giữa các chức năng cắt và hàn cũng nhanh chóng và dễ dàng hơn so với thay mỏ hàn bằng mỏ cắt, vì chiều dài của mỏ cắt lớn hơn.

Hình 3-2 minh họa cấu tạo mỏ cắt bằng tay. Cần van oxy trên mỏ cắt này được bố trí ở cuối tay cầm. Chú ý, góc của đầu cắt có thể khác nhau (thẳng,  $45^0$ , hoặc  $75^0$ ). Bạn cũng cần lưu ý các điểm sau:

- Mỏ cắt oxyacetylene có hai loại căn bản: loại phun và loại áp suất bằng nhau.

đến mỏ cắt loại phun ở áp suất dưới 1 psi. Trái lại, các khí trong mỏ cắt loại đẳng áp được phân phối ở áp suất trên 1 psi.

- Mỏ cắt oxyacetylene có thể là thiết bị chuyên dụng hoặc thân mỏ hàn lắp phụ tùng cắt bằng tay.

Sau đây là quy trình lắp ráp phụ tùng cắt bằng tay với thân (tay cầm) mỏ hàn:

- Bảo đảm thiết bị hàn đã đóng và xả hết các khí.
- Bảo đảm thiết bị hàn vẫn được nối kết và sẵn sàng hoạt động.
- Tháo tổ hợp đầu hàn và khoang trộn ra khỏi thân mỏ hàn.
- Lắp đồ gá đầu cắt bằng tay. Siết đủ chặt để ngăn chặn mọi khả năng rò rỉ khí. *Không* siết cứng bức.
- Chọn đầu cắt phù hợp với chiều dày kim loại.
- Làm sạch bụi, chất bẩn, hoặc vật lạ ra khỏi mặt tựa hình côn của đầu cắt.
- Lắp đầu cắt vào đầu tương ứng của đồ gá đầu cắt. Không siết cứng bức.
- Siết chặt đầu cắt vào đồ gá bằng khóa vặn. Không sử dụng lực quá mức, có thể làm hư ren.

- Đóng kín van kim điều khiển oxy gia nhiệt trên đồ gá đầu cắt.
- Mở hoàn toàn van kim oxy trên thân mỏ hàn. Để van này mở trong suốt quá trình cắt.

### Chọn đầu cắt

Đầu cắt có nhiều kiểu dáng và kích cỡ (xem Bảng 3-1). Về cơ bản, sự thay đổi này là do nhu cầu thiết kế đầu cắt theo công việc cụ thể. Đầu cắt kim loại mỏng sẽ có thiết kế khác với đầu cắt kim loại dày; đầu cắt dùng để đục lỗ, vát cạnh, và xả đỉnh tán sẽ có thiết kế khác với các đầu cắt tiêu chuẩn.

Các đầu cắt thường là loại ống thẳng, hơi cong về phía miệng cắt. Tuy nhiên, cũng có loại ống cong dùng cho các công việc đặc thù.

Các nhà sản xuất thiết bị hàn cung cấp nhiều thông tin kỹ thuật của đầu cắt và các đề nghị để giúp người thợ hàn chọn đầu cắt phù hợp với công việc (xem các Bảng 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, và Hình 3-3).

### Chú ý

Số kích cỡ mũi khoan (lỗ phun oxy cắt) được ghi trong sổ tay của nhà sản xuất quan trọng hơn số kích cỡ đầu cắt. Số kích cỡ đầu cắt thực chất là số hiệu của nhà sản xuất, không liên quan với nhà sản xuất khác. Tuy nhiên, kích cỡ mũi khoan chính là kích thước lỗ phun oxy cắt. Điều này rất hữu ích khi cần so sánh đặc tính cắt của các đầu cắt từ nhiều nhà sản xuất khác nhau.






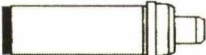




### Những điểm cần lưu ý

- Đầu cắt tốt sẽ có khả năng chịu nhiệt cao và bền. Chúng thường được chế tạo bằng hợp kim đồng để giảm rõ hoặc cháy đầu cắt do xỉ nóng từ đường cắt.
- Các đầu cắt tốt sẽ tạo ra đường cắt sắc sảo với chiều rộng tối thiểu.
- Sự phân phối khí phải liên tục và ổn định.
- Mặt tựa đầu cắt phải được gia công chính xác để lắp kín với mỏ hàn.

Số cỡ đầu cắt												
000	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.027	.033	.041	.047	.060	.071	.083	.100	.121	.141	.162	.185	.221
Đường kính lỗ phun (inch)												
(kích thước thực)												

**Hình 3-3.** Bảng tham khảo lỗ phun oxy cắt (dùng cho tất cả các đầu cắt tiêu chuẩn của công ty Victor, ngoại trừ các model tốc độ cao MTH)

**Bảng 3-1. Đầu cắt acetylene và các ứng dụng của chúng**

Đầu cắt	Ứng dụng	Đầu cắt	Ứng dụng
	Cắt tấm sạch và cắt bằng máy		Đầu ngăn dùng để xả các ống lò hơi và làm việc trong các vị trí hẹp.
	Cắt tấm sạch		Cắt gắn các vách ngăn và đầu đính tán, dùng để xén tia và cắt bằng máy.
	Đầu cắt máy đa năng		Chọc lỗ, xả mối hàn, đính tán.
	Đầu cắt đa năng dùng để cắt bằng tay và bằng máy		Cắt phế liệu có bề mặt có ri sét hoặc sơn
	Đầu cắt đa năng		
	Đầu ngăn dùng để xả các ống lò hơi và làm việc trong các vị trí hẹp.		

Đầu cắt được thiết kế để sử dụng khí thiên nhiên hoặc propane khác với đầu cắt sử dụng khí acetylene. Các đầu cắt sử dụng khí thiên nhiên và propane có tấm chắn bên ngoài để bảo vệ ngọn lửa không bị thổi bật ra xa đường cắt và tăng độ ổn định của ngọn lửa.

**Bảng 3-2.** Bảng dữ liệu đầu cắt

(số cỡ đầu cắt, chiều dày kim loại, đường kính ống, và áp suất khí\*).

Đường kính ống dẫn	Số cỡ đầu cắt	Chiều dày kim loại	Khí nhiên liệu (psi)		Oxy (psi)
			Acetylene	khí LP, hoặc hydro, khí thiên nhiên	
Ống 1/4"	68	1/8"	2	2	35
	62	3/16" - 3/8"	3 - 5	3 - 5	25 - 32
	56	1/2" - 7/8"	3 - 5	3 - 6	30 - 50
	53	1" - 1,5"	3 - 6	4 - 8	35 - 50
	51	2"	5	8	45
Ống 3/8"	46	3"	6	8	40
	42	4" - 6"	6 - 8	6-	40 - 55
	35	7" - 8"	6 - 8	6 - 9	50 - 55
	30	9" - 12"	8 - 10	7 - 10	55 - 70
	25	13" - 16"	10 - 12	7 - 10	80 - 90

\* Các áp suất trên bảng là tính cho 50 ft ống. Nếu chiều dài ống thay đổi, yêu cầu áp suất sẽ thay đổi theo. Không thể cung cấp áp suất chính xác cho mọi trường hợp. Bảng 3-2 chỉ là bảng hướng dẫn, và khoảng áp suất bao quát nhiều loại đầu cắt.

**Bảng 3-3.** Dữ liệu đầu cắt (cỡ đầu cắt, chiều dày kim loại, và tốc độ cắt)

Chiều dày tấm thép (inch)	Đường kính các lỗ phun của đầu cắt (inch)	Tốc độ cắt gần đúng (inch/phút)
1/8	0,020 - 0,040	16 - 32
1/4	0,030 - 0,060	16 - 26
3/8	0,030 - 0,060	15 - 24
1/2	0,040 - 0,060	12 - 23
3/4	0,045 - 0,060	12 - 21
1	0,045 - 0,060	9 - 18
1,5	0,060 - 0,080	6 - 14
2	0,060 - 0,080	6 - 13
3	0,065 - 0,085	4 - 11
4	0,080 - 0,090	4 - 10
5	0,080 - 0,095	4 - 8
6	0,095 - 0,105	3 - 7
8	0,095 - 0,110	3 - 5
10	0,095 - 0,110	2 - 4
12	0,110 - 0,130	2 - 4

**Chú ý**

Luôn luôn kiểm tra để bảo đảm thiết bị có định mức theo cỡ đầu cắt được chọn. Cỡ đầu cắt không phù hợp có thể dẫn đến sự cháy ngược. Luôn luôn có đầu cắt dự phòng. Các bộ phận chống cháy ngược có thể ngăn sự cháy ngược về phía thiết bị.

**Bảng 3-4. Dữ liệu gia nhiệt trước của các đầu cắt**  
(dùng cho tất cả các đầu cắt Victor tiêu chuẩn,  
ngoại trừ các model cắt tốc độ cao MTH)

Cỡ đầu cắt	Cỡ lỗ phun oxy cắt	Cỡ lỗ gia nhiệt trước đối với các đầu cắt khác nhau											
		100	101	104	108	110	111	112	129	200	116	117	118
000	71 (.027")		74 (.023)										
00	67 (.033")		74 (.023)			65 (.035)		67 (.032)					
0	60 (.041")	71 (.027)	74 (.023)		75 (.022)	60 (.040)		60 (.040)		67 (.032)			71 (.027)
1	56 (.047")	67 (.032)	71 (.027)		73 (.024)	56 (.046)	64 (.036)	56 (.047)		64 (.036)			
2	53 (.060")	60 (.040)	67 (.032)		66 (.033)	54 (.055)		53 (.060)	57 (.043)	62 (.038)	66 (.033)		63 (.037)
3	50 (.071")		66 (.034)		63 (.037)	59 (.060)	56 (.046)	52 (.055)		60 (.040)	64 (.036)		
4	45 (.083")		66 (.034)		60 (.040)			52 (.055)	55 (.052)	56 (.046)	61 (.039)		56 (.048)
5	39 (.100")		66 (.034)				53 (.060)			55 (.053)			
6	31 (.121")		63 (.037)							54 (.066)			57 (.044)
7	28 (.141")		63 (.037)										
8	20 (.162")		63 (.037)									63 (.037)	57 (.044)
10	13 (.188")			55 (.052)									57 (.044)
12	2 (.221")			55 (.052)									56 (.048)

Sự lựa chọn đầu cắt thường phụ thuộc vào loại khí nhiên liệu, vì đầu cắt dùng khí oxyacetylene sẽ khác đầu cắt sử dụng oxypropane hoặc oxy-khí thiên nhiên. Lý do là các khí nhiên liệu có đặc tính cháy khác nhau. Sử dụng đầu cắt không đúng có thể dẫn đến ngọn lửa không ổn định, tiêu hao khí nhiên liệu, và các vấn đề khác.

Yếu tố quan trọng khác là *áp suất* cần thiết cho hoạt động cắt. Bản chất của hoạt động này (chiều dày kim loại, loại kim loại,...) sẽ quyết định lượng oxy và áp suất khí nhiên liệu cần thiết để cắt thành công. Thông tin này cũng cần thiết để chọn đầu cắt phù hợp.

Bạn có thể thấy sự chọn lựa đầu cắt không đơn giản, cần xem xét cẩn thận nhiều yếu tố khác nhau của hoạt động cắt trước khi quyết định chính thức. Về cơ bản, kinh nghiệm là hướng dẫn viên tốt nhất cho các quyết định này.

**Bảng 3-5.** Dữ liệu vận hành và hiệu suất của các đầu cắt Victor loại 100, 101, 104, 108, 110, 112, và 129 (oxyacetylene).

Chiều dày kim loại	Cỡ đầu cắt	Oxy cắt (PSIG)	Oxy cắt (SCFH)	Oxy gia nhiệt trước (PSIG)	Oxy gia nhiệt trước (SCFH)	Acetylene (PSIG)	Acetylene (SCFH)	Tốc độ (inch/phút)	Chiều rộng đường cắt
1/8"	000	20/25	20/25	3/5	3/5	3/5	3/5	28/32	0.4
1/4"	00	20/25	30/35	3/5	4/6	3/5	4/6	27/30	05
3/8"	0	25/30	55/60	3/5	5/9	3/5	5/8	24/28	06
1/2"	0	30/35	60/65	3/6	7/11	3/5	6/10	20/24	06
3/4	1	30/35	80/85	4/7	9/14	3/5	8/13	17/21	07
1"	2	35/40	140/150	4/9	11/18	3/6	10/16	15/19	09
1,5"	2	40/45	150/160	4/12	13/20	3/7	12/18	13/17	09
2"	3	40/45	210/225	5/14	15/24	4/9	14/22	12/15	11
2,5"	3	45/50	225/240	5/16	18/29	4/10	16/26	10/13	11
3"	4	40/50	270/320	6/17	20/33	5/10	18/30	9/12	12
4"	5	45/55	390/425	7/18	24/37	5/12	22/34	8/11	15
5"	5	50/55	425/450	7/20	29/41	5/13	26/38	7/9	15
6"	6	45/55	500/600	10/22	33/48	7/13	30/44	6/8	18
8"	6	45/55	500/600	10/25	37/55	7/14	34/50	5/6	19
10"	7	45/55	700/850	15/30	44/62	10/15	40/56	4/5	34
12"	8	45/55	900/1000	20/35	53/68	10/15	48/62	3/5	41

## Bộ điều áp

Bảo đảm bạn nối bộ điều áp acetylene với bình acetylene và bộ điều áp oxy với bình oxy để cung cấp các áp suất khác nhau. Để tránh nhầm lẫn, bộ điều áp và bình oxy có ren phải, ngược lại, bộ điều áp và bình acetylene có ren trái.

## Chú ý

Đầu ren trong của bộ điều áp phải được nối với đầu ren ngoài trên van bình khí, hoặc ngược lại.

## Bộ chống cháy ngược

Bộ chống cháy ngược là thiết bị ngăn chặn sự bốc cháy hỗn hợp khí bên trong thân mỏ hàn hoặc các ống dẫn. Điều này có thể làm hư hỏng thiết bị nghiêm trọng. Thiết bị chống cháy ngược được lắp giữa mỏ cắt và bộ điều áp, trên cả hai đường ống oxy và acetylene. Có thể sử dụng các van chịu tải lò xo cùng với các bộ chống cháy ngược để tăng cường khả năng bảo vệ. Các van này được thiết kế để phát hiện và chặn dòng khí phun ngược.

## QUY TRÌNH CẮT BẰNG OXYACETYLENE

### Những điểm cần chú ý

- Giữ dụng cụ đánh lửa hơi xa đầu cắt và lệch sang một bên khi mỗi lần mỏ cắt.
- Sự điều chỉnh ngọn lửa chính xác là rất quan trọng để bảo đảm chất lượng đường cắt. Hình 3-4 minh họa các cách điều chỉnh ngọn lửa oxyacetylene để cắt kim loại bằng tay. Chú ý, ngọn lửa oxy hóa không được gộp vào nhóm này, vì ngọn lửa oxy hóa được dùng với mỏ cắt bằng máy thay vì mỏ cắt cầm tay.
- Chung loại và chiều dày kim loại cũng ảnh hưởng đến sự điều chỉnh ngọn lửa. Ví dụ, gang được cắt tốt nhất với ngọn lửa khử oxy; hầu hết các loại thép được cắt bằng ngọn lửa trung tính; và các vật đúc bằng thép dày yêu cầu ngọn lửa oxy hóa.
- Không cho phép luồng oxy cắt xen vào ngọn lửa gia nhiệt trước. Luôn luôn mở oxy cắt *sau* khi điều chỉnh ngọn lửa gia nhiệt.
- Oxy phải có độ tinh khiết ít nhất 99,5%. Độ tinh khiết chỉ giảm 1%, tốc độ cắt có thể giảm đến 25% và mức tiêu thụ khí nhiên liệu cũng tăng với tỷ lệ tương tự.

Quy trình cắt bằng oxyacetylene có thể thay đổi theo yêu cầu công việc cụ thể. Tuy nhiên, mọi hoạt động cắt đều có chung một số bước cơ bản. Về phương diện an toàn và hiệu suất cắt, người thực hiện quá trình cắt cần thiết lập quy trình cắt cho riêng mình. Sau đây là các bước thường thực hiện trong hoạt động cắt:

- Chọn đầu cắt có kích cỡ phù hợp. Kích cỡ đầu cắt được chọn dựa trên chiều dày kim loại được cắt.
- Lắp đầu cắt vào mỏ hàn và siết chặt bằng khóa vặn do nhà sản xuất thiết bị hàn đề nghị. Không nên siết cưỡng bức. Nếu không thể siết chặt đầu cắt một cách chính xác, kiểm tra để tìm dấu hiệu bị mòn hoặc trơn ren. Có thể phải thay đầu cắt.
- Mở van khí nhiên liệu trên mỏ hàn để loại bỏ không khí trong đường ống.
- Điều chỉnh bộ điều áp khí nhiên liệu đến áp suất làm việc được đề nghị cho cỡ đầu cắt đang sử dụng.
- Đóng van khí nhiên liệu trên mỏ hàn.
- Mở van oxy cắt trên mỏ hàn.
- Điều chỉnh bộ điều áp oxy đến áp suất làm việc được đề nghị cho cỡ đầu cắt đang sử dụng.



- Đóng van oxy cắt. Lúc này, cả hai bộ điều áp khí nhiên liệu và oxy đã được điều chỉnh đến áp suất làm việc của chúng, van khí nhiên liệu và van oxy cắt trên mỏ hàn cũng đã đóng. Khí nhiên liệu và oxy đã nạp đầy các đường ống đến tận các van kim trên mỏ hàn. Mỏ hàn đã sẵn sàng để mỗi lửa.
- Bắt đầu điều chỉnh ngọn lửa bằng cách mở van kim khí nhiên liệu thật nhỏ và mỗi lửa bằng dụng cụ đánh lửa. Điều chỉnh sao cho ngọn lửa ổn định và sắc nét.

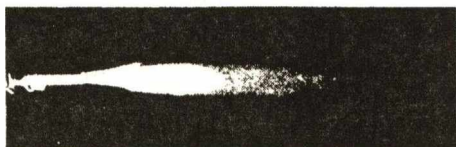
#### NGỌN LỬA CẮT



Acetylene cháy trong không khí

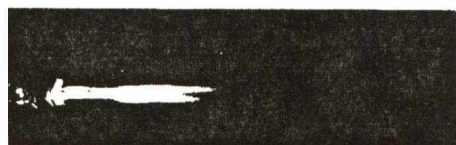
#### TÁC DỤNG LÊN KIM LOẠI

Không thích hợp  
cho quá trình cắt



Ngọn lửa khử oxy mạnh - chỉ để gia nhiệt trước

Acetylene dư giúp  
đưa nhiệt xuống  
mặt dưới vật liệu  
đang được cắt,  
đặc biệt thích hợp  
để cắt gang.



Ngọn lửa khử oxy mạnh - có lỗng oxy cắt

**Hình 3-4.**  
Điều chỉnh  
ngọn lửa cắt.



Ngọn lửa trung tính - chỉ để gia nhiệt trước

Sự điều chỉnh  
thông thường  
đôi với cắt thép



Ngọn lửa trung tính - có lỗng oxy cắt



- Mở van kim oxy trên mỏ hàn cho đến khi tâm ngọn lửa hình côn có màu trắng hơi xanh (*không* phải van oxy dùng để cắt).
- Mở van oxy cắt.
- Điều chỉnh lại van kim oxy để có ngọn lửa gia nhiệt phù hợp.

Nếu tác động cắt bị dừng lại, lập tức đóng van oxy cắt và gia nhiệt cho đến khi điểm này có màu đỏ rực. Khi van cắt được mở lại, việc tái khởi động đường cắt sẽ không gặp trở ngại nào.

Nhiệt của ngọn lửa nung nóng trước sẽ có xu hướng làm nóng chảy các mép đường cắt nếu mỏ cắt di chuyển quá chậm. Điều này tạo ra đường cắt lởm chởm, đôi khi còn làm kim loại nóng chảy và dính lại với nhau.

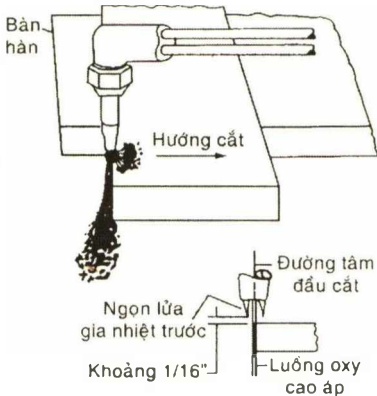
### Những điểm cần lưu ý

- Cắt kim loại thường là quá trình tương đối đơn giản, nhưng chất lượng đường cắt phụ thuộc vào kỹ năng của người công nhân.
- Giữ mỏ hàn vững chắc nhưng không quá chặt khi cắt bằng tay.
- Nắm mỏ hàn bằng tay phải (nếu bạn thuận tay phải) và đỡ mỏ hàn bằng tay trái cách xa đầu cắt khoảng 7-10 cm. Nếu thuận tay trái, bạn đảo ngược các tay. Trong cả hai trường hợp, tay giữ mỏ hàn là tay vận hành cần điều khiển oxy cắt.
- Không cho phép mỏ hàn dao động trong quá trình cắt. Sự dao động sẽ tạo ra đường cắt rộng hơn mức cần thiết và tốc độ cắt không ổn định. Tốc độ cắt không đều sẽ làm giảm tốc độ cắt và tăng mức tiêu hao khí. Cả hai yếu tố này đều dẫn đến đường cắt không đạt chất lượng và chi phí cao.
- Quan sát đường cắt ở phía ngược chiều chuyển động của mỏ hàn, dòng xỉ hoặc chất oxide phải thông thoáng và không bị cản trở.
- Di chuyển mỏ hàn vừa đủ nhanh để oxy hóa (cháy) hoàn toàn phần kim loại dọc theo đường cắt.

### Cắt thép tấm

- Điều chỉnh để có ngọn lửa gia nhiệt trung tính. Tại thời điểm này, van oxy cắt phải ở vị trí đóng.
- Giữ đầu cắt vuông góc với tấm thép và ngọn lửa gia nhiệt chạm đúng đầu vạch phân ở mép tấm thép (Hình 3-5). Giữ đầu cắt ổn định cho đến khi điểm này được nung nóng đến màu đỏ sáng.
- Mở van điều khiển oxy cắt và di chuyển đầu cắt dọc theo vạch phân từ từ, nhưng ổn định (Hình 3-6).

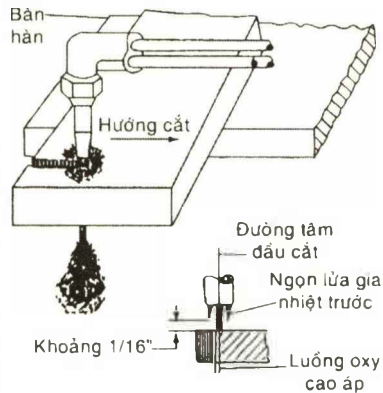
- Nếu quá trình cắt được khởi đầu chính xác, tàn lửa từ mặt dưới tấm thép sẽ rơi nhiều chứng tỏ đường cắt xuyên qua tấm thép.
- Di chuyển đầu cắt vừa đủ nhanh để đường cắt tiếp tục xuyên qua tấm thép (Hình 3-7). Nếu di chuyển đầu cắt quá nhanh, tia cắt sẽ không xuyên qua tấm thép và tác động cắt không xảy ra.
- Có thể cắt chính xác các lỗ tròn lớn với thanh quay hoặc compa. Một nhánh compa cố định ở tâm, và đầu cắt tạo thành nhánh khác của compa.



Hình 3-5. Khởi đầu đường cắt.

### Cắt tấm mỏng

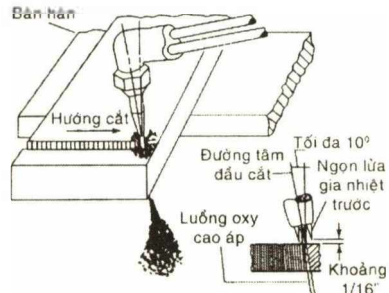
Các mép trên nóng chảy của tấm mỏng (dày dưới 1/4 inch) có xu hướng dính lại với nhau trong quá trình cắt. Để tránh vấn đề này, cần nghiêng đầu cắt và ngọn lửa theo hướng cắt. Luồng oxy cao áp sẽ thổi kim loại nóng chảy ra khỏi vết cắt và ngăn chúng dính lại với nhau phía sau đầu cắt (Hình 3-8).



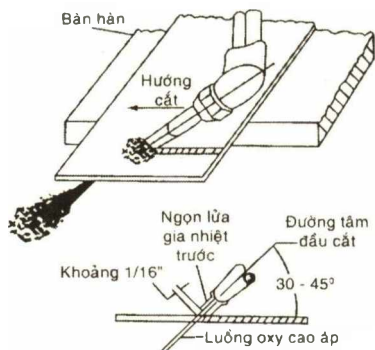
Hình 3-6. Thực hiện đường cắt.

### Cắt xiên

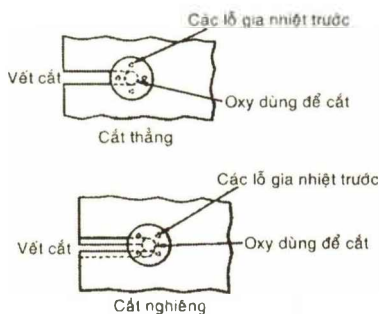
- Cắt xiên, hoặc *vát góc*, là hoạt động phổ biến và mọi thợ hàn cần nắm vững. Hoạt động này được thực hiện bằng cách giữ đầu cắt nghiêng thay vì thẳng góc với bề mặt chi tiết.
- Đặt tấm thép dày 1/2" hoặc hơn với một cạnh vượt ra khỏi mép bàn hàn khoảng 3 hoặc 4 inch. Nghiêng đầu cắt 45° so



Hình 3-7. Hoàn tất đường cắt.



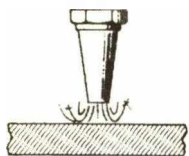
**Hình 3-8.** Cắt tấm kim loại mỏng



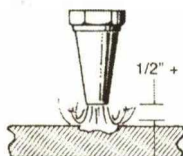
**Hình 3-9.** Tư thế của các lỗ gia nhiệt trước đối với đường cắt

(khoảng 1600<sup>o</sup>F), từ từ mở van oxy cắt áp suất cao để ngăn xỉ bị thổi ngược vào đầu cắt.

- Nâng đầu cắt cao hơn khoảng 1/2 inch so với vị trí cắt bình thường. Khi cắt bình thường, các mũi hình côn của ngọn lửa gia nhiệt cách bề mặt kim loại khoảng 1/8 inch (Hình 3-11).



**Hình 3-10.** Gia nhiệt kim loại



**Hình 3-11.** Nâng cao đầu cắt

với mặt trên tấm thép và cắt dọc theo cạnh tấm thép. Sau khi cắt, tấm thép sẽ có một cạnh vát góc 45<sup>o</sup>.

- Cũng có thể vát cạnh với mỏ hàn vuông góc với bề mặt tấm thép, nhưng các lỗ gia nhiệt trước phải nghiêng sao cho chúng song song với vết cắt khi vát cạnh, ngược với tư thế của các lỗ gia nhiệt khi thực hiện cắt thẳng (Hình 3-9).

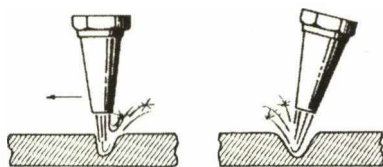
### Cắt lỗ thép

Đôi khi không thể khởi đầu đường cắt tại mép tấm thép. Trong trường hợp đó, lỗ khởi đầu được cắt tại vị trí cách xa mép, và thực hiện đường cắt thẳng từ lỗ này đến mép chi tiết. Quy trình tổng quát như sau:

- Định vị đầu cắt phía trên bề mặt tấm thép (Hình 3-10) và gia nhiệt cho đến khi tạo ra một đốm tròn đỏ rực trên kim loại.
- Ngay khi đốm đỏ xuất hiện
- Ngay khi lỗ hình thành trên bề mặt kim loại, hạ đầu cắt xuống độ cao bình thường (1/8") và giữ ở vị trí này cho đến khi ngọn lửa chọc thủng vật liệu.
- Thực hiện đường cắt thẳng từ lỗ này đến mép chi tiết, hoặc đến cuối vạch dấu (Hình 3-12).

## Chú ý

Thông thường, có thể loại bỏ xỉ nóng chảy ra khỏi lỗ bằng cách nghiêng nhẹ đầu cắt. Điều này cũng giúp di chuyển và xoay đầu cắt xung quanh đường cắt.



Hình 3-12. Nghiêng đầu cắt.

## Những điểm cần lưu ý

- Khi tắt mỏ cắt, **trước hết phải** đóng van kim của khí nhiên liệu. Ngay sau đó, đóng van kim của oxy. Sau cùng, nới lỏng vít điều chỉnh các bộ điều áp. Đây là những hoạt động tắt mỏ cắt tạm thời. Khi tắt mỏ cắt trong thời gian dài, bạn cần đóng các van trên cả hai bình khí.
- Thời gian đưa bề mặt kim loại đến nhiệt độ cắt để chọc lỗ sẽ dài hơn thời gian cần thiết để khởi đầu đường cắt từ mép chi tiết gia công.
- Không cho phép xỉ bit kin lỗ cắt trên mỏ cắt. Nghiêng nhẹ mỏ cắt để thổi xỉ ra khỏi đầu cắt.
- Đối với tấm kim loại dày, bạn nên khoan thay vì chọc lỗ bằng ngọn lửa. Khoan sẽ nhanh hơn và mép lỗ phẳng hơn.

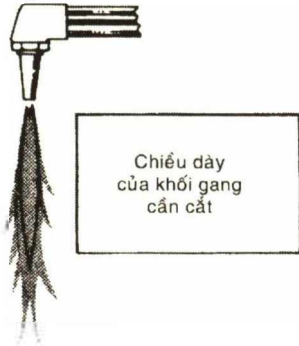
## Cắt gang

Phương pháp cắt gang chủ yếu được ứng dụng để cắt các vật đúc, sửa chữa bộ phận bằng gang trên các máy lớn, hoặc cắt các rãnh V khi chuẩn bị bề mặt gang cho quá trình hàn.

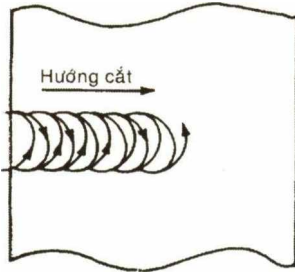
Cắt gang đòi hỏi nhiệt độ cao hơn nhiều so với cắt thép. Gang phải đến gần nhiệt độ nóng chảy trước khi có thể bắt đầu cắt. Trái lại, có thể cắt thép ngay khi kim loại này chuyển sang màu đỏ anh đào. Do đó, các đầu cắt dùng cho gang phải có khả năng cấp nhiệt rất lớn. Điều này có thể thực hiện bằng đầu cắt sáu lỗ lớn dùng cho ngọn lửa gia nhiệt.

Quy trình cắt gang bằng mỏ cắt oxyacetylene gồm các bước sau:

- Điều chỉnh bộ điều áp oxy cắt để cung cấp áp suất phù hợp với chiều dày chi tiết cần cắt. Thông tin này do nhà sản xuất thiết bị cắt cung cấp.
- Với van oxy cắt mở, điều chỉnh các ngọn lửa gia nhiệt để cung cấp acetylene với lượng dư phù hợp (xem sổ tay hướng dẫn của nhà sản xuất mỏ cắt). **Chú ý:** Lượng acetylene sẽ thay đổi theo cấu tạo của mỏ cắt.
- Áp suất oxy được xác định theo chiều dày kim loại cần cắt. Áp suất này được ghi trong tài liệu của nhà sản xuất.



**Hình 3-13.** Chiều dài ngọn lửa gia nhiệt trước bằng chiều dày chi tiết.

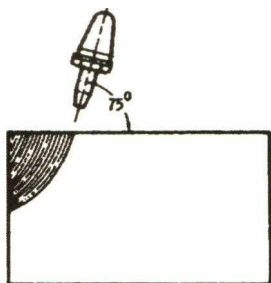


**Hình 3-14.** Với chi tiết lớn, di chuyển mỏ cắt theo dao động bán nguyệt với đường kính 1/2- 3/4 inch để làm sạch đường cắt.

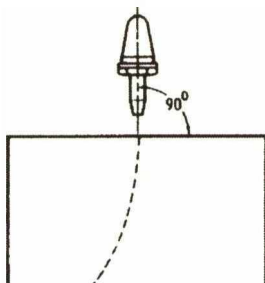
- Đóng van oxy cắt.
- Bắt đầu gia nhiệt bề mặt với đầu cắt ở mép chi tiết (Hình 3-13). Chiều dài ngọn lửa dư acetylene phải bằng chiều dày của chi tiết. Nói chung, bề mặt gang càng nóng, càng dễ cắt.
- Sau khi hoàn tất quá trình gia nhiệt, giữ mỏ cắt sao cho đầu cắt hướng ngược chiều cắt theo góc  $75^{\circ}$ . Tâm ngọn lửa hình côn phải cách bề mặt chi tiết khoảng 1/8 - 1/4 inch.
- Bắt đầu cắt bằng cách di chuyển đầu cắt theo hình bán nguyệt ngang qua đường cắt (Hình 3-14).
- Nung nóng diện tích hình bán nguyệt có đường kính khoảng 1/2 đến 1 inch cho đến khi kim loại nóng chảy thực sự. Ngay sau khi kim loại sôi, mở van oxy cắt để loại bỏ xỉ.
- Di chuyển đầu cắt vừa đủ tách khỏi mép chi tiết, nhanh chóng mở van oxy cắt, và di chuyển mỏ cắt dọc theo đường cắt, với đầu mỏ cắt nghiêng  $75^{\circ}$  (Hình 3-15). Sử dụng chuyển động dao động bán nguyệt và duy trì kim loại nóng.
- Khi đường cắt tiến triển, nâng dần mỏ cắt cho đến khi đầu mỏ cắt tạo thành góc khoảng  $90^{\circ}$  (Hình 3-16). Trên các

chi tiết lớn, kim loại sẽ được gia nhiệt đầy đủ bằng quá trình cắt, và đường cắt tiến triển khá dễ dàng.

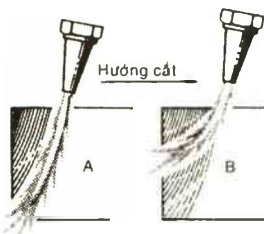
- Đường kính của chuyển động bán nguyệt phụ thuộc vào chiều dày kim loại. Kinh nghiệm cho phép người thợ hàn giảm đường kính của dao động bán nguyệt và chiều rộng đường cắt. Tốc độ cắt là tốc độ tia oxy cắt quét qua mép đường cắt (Hình 3-17).
- Có thể tăng nhiệt độ cắt bằng cách đưa trợ dung thép vào đường cắt (Hình 3-18).



Hình 3-15. Đầu cắt được giữ theo góc



Hình 3-16. Đầu cắt được giữ theo góc  $90^{\circ}$ .



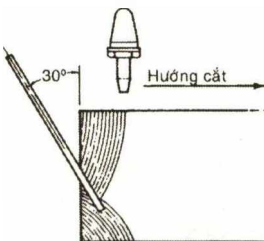
Hình 3-17. Tia cắt vừa đủ quét qua mép chỉ tiết được cắt (A), và không tiến quá sâu (B).

### Cắt ống và trục tròn

Cắt hoặc đục bề mặt bằng đục để cung cấp điểm khởi đầu, giúp mở cắt cố định ngọn lửa trước khi thực hiện đường cắt.

### Cắt bề mặt có rỉ sét, sơn, hoặc tạp chất khác

Để ngăn các mảnh vụn văng ngược và làm nghẽn đầu cắt, sử dụng ngọn lửa dài và giữ đầu cắt cách xa bề mặt kim loại. Phương pháp khác là sử dụng ngọn lửa mở cắt làm sạch phần bề mặt dọc theo đường cắt trước khi bắt đầu cắt.



Hình 3-18. Góc nghiêng của thanh trợ dung thép.

### Tắt thiết bị

- Đóng van acetylene trên mỏ hàn để tắt ngọn lửa.
- Đóng van cung cấp oxy gia nhiệt trên phụ tùng cắt.
- Đóng van bình oxy.
- Đóng van bình acetylene.
- Mở van acetylene trên mỏ hàn để xả acetylene ra khỏi hệ thống (bộ điều áp acetylene, ống dẫn, thân mỏ hàn, và phụ tùng cắt).
- Đóng van này khi áp suất acetylene bằng không.
- Nới lỏng vít điều chỉnh của bộ điều áp acetylene bằng cách xoay ngược chiều kim đồng hồ cho đến khi vít quay tự do.
- Mở van oxy gia nhiệt trên phụ tùng cắt.
- Đóng van oxy gia nhiệt khi áp suất oxy trong hệ thống (bộ điều áp oxy, ống dẫn, thân mỏ hàn, và phụ tùng cắt) bằng không.



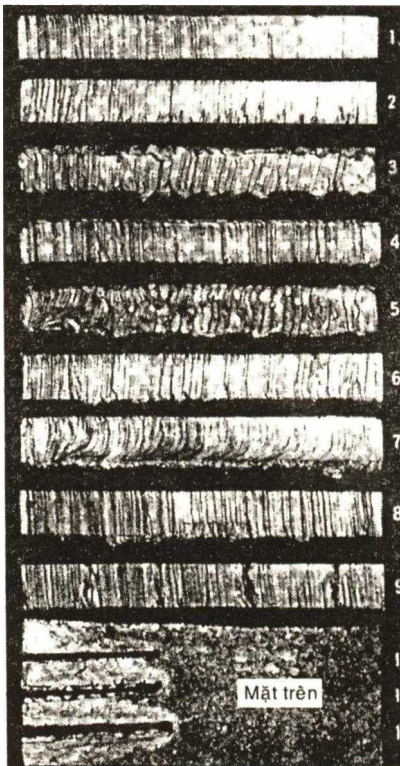
- Đóng van oxy trên thân mỏ hàn.
- Nới lỏng vít điều chỉnh của bộ điều áp oxy bằng cách xoay ngược chiều kim đồng hồ cho đến khi vít quay tự do.

### Cảnh báo

Khi xả acetylene ra khỏi hệ thống, bảo đảm van oxy đóng. Sự tiếp xúc giữa acetylene và oxy có thể gây ra sự cháy ngược.

### CÁC YÊU CẦU CĂN BẢN CỦA PHƯƠNG PHÁP CẮT

Như trình bày trên Hình 3-19, đường cắt chính xác sẽ có mép trên vuông góc, chiều rộng vết cắt nhỏ và đều, bề mặt vết cắt có các đường sọc thẳng đứng hoặc gần thẳng đứng, và tương đối phẳng.



- (1) **Quy trình chính xác.** So sánh đường cắt này trên tấm dày 1-inch với các đường cắt bên dưới. Mép vuông vức, các vết cắt thẳng đứng và không nổi rõ quá mức
- (2) **Ngọn lửa gia nhiệt trước quá nhỏ.** Chúng chỉ dài khoảng 1/8 inch. Kết quả: Tốc độ cắt quá chậm, tạo ra hiệu quả xấu ở mặt dưới.
- (3) **Ngọn lửa gia nhiệt trước quá dài.** Chúng dài khoảng 1/2 inch. Kết quả: Bề mặt bị nóng chảy quá mức, mép cắt không đều và có nhiều xỉ bám dính.
- (4) **Áp suất oxy quá thấp.** Kết quả: Mép trên bị nóng chảy quá mức, do tốc độ cắt quá chậm.
- (5) **Áp suất oxy quá cao.** Kích thước lỗ phun cũng quá nhỏ. Kết quả: Không thể điều khiển quá trình cắt.
- (6) **Tốc độ cắt quá chậm.** Kết quả: Các vết cắt không đều một cách rõ rệt
- (7) **Tốc độ cắt quá cao.** Kết quả: Các vết cắt xiêu vẹo và mép cắt không đều.
- (8) **Di chuyển đầu cắt không ổn định.** Kết quả: Mép cắt gợn sóng và không đều
- (9) **Khởi động lại đường cắt bị gián đoạn không chính xác.** Kết quả: Các rãnh máng xuất hiện tại vị trí khởi động lại đường cắt.
- (10) **Đường cắt tốt.** So sánh đường cắt này với các đường cắt bên dưới (nhìn từ trên xuống).
- (11) **Gia nhiệt trước quá mức. Lỗ phun cũng quá gần tấm kim loại.** Kết quả: Các mép trên bị nóng chảy nhám nhỏ
- (12) **Gia nhiệt trước quá ít. Ngọn lửa cũng cách quá xa tấm kim loại.** Kết quả: Thời gian gia nhiệt dài đã mở rộng đường cắt ở mặt trên. Vết cắt có hình côn và quá rộng.

Hình 3-19. Hình ảnh các mép kim loại được cắt chính xác và không chính xác bằng phương pháp oxyacetylene.

## XỬ LÝ SỰ CỐ KHI CẮT BẰNG NGỌN LỬA OXYACETYLENE

Luôn luôn có cách xử lý đối với sự cố bất kỳ. Bảng 3-6 trình bày một số sự cố, nguyên nhân, và biện pháp khắc phục. Kiểm tra sự cố của bạn để biết nó liên quan với mục nào trong bảng này.

**Bảng 3-6.** Xử lý sự cố khi cắt bằng ngọn lửa oxyacetylene

Sự cố	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Cháy ngược (lửa cháy trong thân mỏ hàn, kèm theo tiếng rít)	Tốc độ khí nhiên liệu thấp do áp suất không phù hợp	Điều chỉnh áp suất khí nhiên liệu
	Ống dẫn bị rò rỉ	Thay ống
	Nối kết ống không chặt	Siết chặt, hoặc thay mới nếu đầu nối bị hư.
	Ngọn lửa gia nhiệt quá nhỏ	Tăng ngọn lửa lớn hơn.
	Kỹ thuật cắt làm nhiều loan dòng khí nhiên liệu	Thay đổi kỹ thuật cắt.
	Mặt tựa đầu cắt bị dơ	Làm sạch mặt tựa đầu cắt
Đường cắt gián đoạn. Các rãnh xấu tại mỗi điểm tái khởi động biểu thị sự khởi động lại không tốt.	Di chuyển mỏ cắt quá nhanh	Đóng van oxy cắt, hướng ngọn lửa gia nhiệt vào cuối đường cắt cho đến khi kim loại đủ nóng để bắt đầu lại quá trình cắt.
Mép trên đường cắt không đều, lượng xỉ bám vào bề mặt quá nhiều.	Các ngọn lửa gia nhiệt quá dài.	Giảm ngọn lửa gia nhiệt đến chiều dài phù hợp.
Bề mặt vết cắt gợn sóng và không đều.	Di chuyển mỏ cắt không ổn định	Điều chỉnh tốc độ di chuyển mỏ cắt.
Vết cắt không đều, với mép trên bị nóng chảy.	Ngọn lửa gia nhiệt quá dài, tiêu thụ nhiều khí nhiên liệu.	Điều chỉnh khí nhiên liệu để giảm ngọn lửa gia nhiệt.
Các vết khoét ở mép dưới đường cắt, với các vết không đều rõ ràng	Tốc độ cắt thấp. Ngọn lửa gia nhiệt quá nhỏ.	Tăng tốc độ cắt.
Vết cắt quá rộng, lãng phí cả khí và kim loại.	Đầu cắt quá lớn.	Thay đầu cắt
Phần kim loại bị cắt không rơi ra khi mỏ cắt đến cuối đường cắt	Đầu cắt quá nhỏ	Thay đầu cắt
Bề mặt vết cắt gồ ghề, mép trên bị nóng chảy lại	Áp suất oxy thấp làm giảm tốc độ cắt và xỉ quá nhiều.	Tăng áp suất oxy
Bề mặt vết cắt lờ mờ, mép trên bị nóng chảy.	Áp suất oxy quá cao và/hoặc đầu cắt quá nhỏ.	Giảm áp suất oxy. Thay đầu cắt nếu cần.
Đường cắt lờ mờ với các vết sọc rõ ràng.	Tốc độ di chuyển mỏ cắt quá nhanh.	Giảm tốc độ di chuyển mỏ cắt.



## Chương 4

# HÀN HỒ QUANG KIM LOẠI ĐƯỢC BẢO VỆ

Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ (SMAW) là phương pháp hàn sử dụng nhiệt từ hồ quang điện được tạo ra giữa bề mặt chi tiết và điện cực rắn có lớp phủ. Trong quá trình hàn, điện cực bị nóng chảy và sự phân hủy lớp phủ điện cực tạo ra lớp bảo vệ gồm khí và xỉ bao bọc kim loại nóng chảy trên bề mặt chi tiết (Hình 4-1). Điện cực còn cung cấp kim loại bổ sung cho vũng hàn.

### Chú ý

*Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ (SMAW) là tên của Hiệp Hội Hàn Hoa Kỳ đặt cho phương pháp này, nhưng tên thông dụng là hàn que, hàn hồ quang, hoặc hàn điện cực que. Đôi khi phương pháp này còn được gọi là hàn hồ quang kim loại bằng tay (MMAC).*

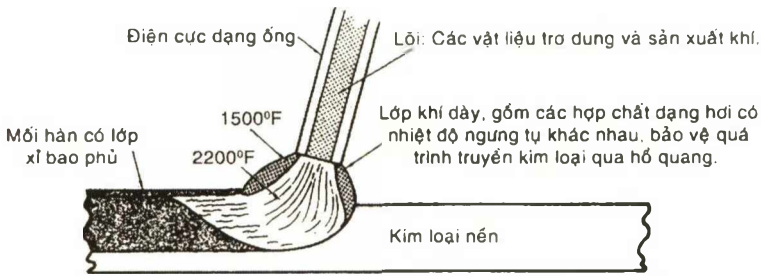
### Một số gợi ý hữu dụng đối với phương pháp hàn SMAW

1. Chọn điện cực phù hợp với công việc.
2. Bảo quản điện cực sạch và khô. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các điện cực hydro thấp.
3. Làm sạch kim loại nền thật kỹ trước khi hàn. Loại bỏ toàn bộ sơn, dầu, mỡ, độ ẩm, xỉ, và các chất bẩn khác bằng phương pháp cơ học, hóa học, hoặc kết hợp cả hai phương pháp này.
4. Sử dụng kỹ thuật kéo rê đối với hầu hết các ứng dụng.
5. Độ ngấu: DCEN (độ ngấu ít nhất), AC (độ ngấu trung bình, thường văng tóe nhiều hơn DC), DCEP (độ ngấu sâu nhất).
6. Chuẩn bị mép vật và sử dụng kỹ thuật hàn nhiều đường đối với các vật liệu dày 1/4" trở lên.

### Các ứng dụng của phương pháp hàn hồ quang kim loại được bảo vệ

Phương pháp này được sử dụng rộng rãi trên các nông trường và trại chăn nuôi, sửa chữa ô tô, trong xưởng gia công, cơ sở sửa chữa và bảo trì, lắp đặt đường ống và công trình xây dựng bằng thép.

Có thể sử dụng phương pháp SMAW để hàn thép carbon, thép hợp kim thấp, thép độ bền cao, gang, sắt dẻo, đồng đỏ, nickel, thép không gỉ, và nhôm với mọi chiều dày. Phương pháp SMAW còn được sử dụng để tạo bề mặt cứng.



Hình 4-1. Phương pháp hàn hồ quang kim loại được bảo vệ.

### Ưu điểm của phương pháp SMAW

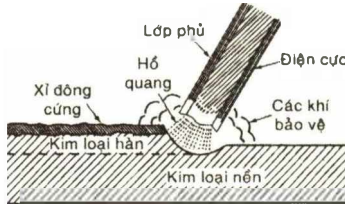
- Thiết bị độc lập, cơ động, và tương đối rẻ.
- Điện cực tự cung cấp chất trợ dung.
- Có thể hàn hầu hết kim loại và hợp kim.
- Có thể thực hiện trong không gian hẹp.
- Hàn các bề mặt bị dơ tốt hơn các phương pháp khác.
- Có thể hàn hầu hết các chiều dày kim loại.
- Có thể hàn ở mọi vị trí.
- Có thể sử dụng trong hầu hết các điều kiện thời tiết.
- Người thợ hàn có thể nhìn thấy hồ quang.
- Người thợ hàn có thể điều khiển hồ quang.

### Nhược điểm của phương pháp hàn SMAW

- Không thích hợp với các kim loại có chiều dày dưới 1/16".
- Văng tóe nhiều.
- Cần làm sạch xỉ.
- Bề mặt đường hàn không đẹp.
- Mối hàn xấp.
- Phải kiểm soát sự dao động của hồ quang.
- Phải ngừng và khởi động thường xuyên để thay điện cực, tốc độ hàn thấp hơn so với phương pháp GMAW (MIG) và phương pháp FCAW.
- Mối hàn có nhiều khả năng bị khuyết tật do thường xuyên ngừng và khởi động.
- Lãng phí điện cực (các mẫu điện cực bị loại bỏ chiếm khoảng 10%).
- Điện áp mạch hở có thể gây điện giật.
- Tạo ra nhiều khói, cần thông gió tốt-khi hàn trong không gian hẹp.

## THIẾT BỊ HÀN HỖ QUANG KIM LOẠI ĐƯỢC BẢO VỆ

Trên Hình 4-2 là hệ thống hàn hồ quang kim loại được bảo vệ. Các bộ phận chính gồm: (1) máy hàn (nguồn điện); (2) điện cực có lớp phủ; (3) kẹp (kềm) điện cực; và (4) các dây cáp của mạch điện hàn. Trang thiết bị phụ có thể gồm các vách ngăn và tấm chắn ánh sáng, đồ gá, và hệ thống thông gió khi làm việc trong nhà.



**Hình 4-2.** Hệ thống hàn hồ quang kim loại được bảo vệ.

### Nguồn điện

Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ sử dụng nguồn điện có dòng điện không đổi (Bảng 4-1). Đối với các quy trình hàn thông thường, máy hàn có tín hiệu ra AC/DC 225 đến 300 amp là thích hợp nhất.

**Bảng 4-1.** Lựa chọn nguồn điện.

Yếu tố lựa chọn	Chú thích
Vị trí	Nếu hàn ở các vùng không có điện lưới, sử dụng máy hàn được truyền động bằng động cơ (xăng, diesel,...) Nếu có điện lưới, chọn máy hàn theo ngõ vào điện áp (hầu hết máy hàn được thiết kế để vận hành với điện áp 230 hoặc 460 volt).
Dòng điện hàn	Công việc hàn có thể yêu cầu dòng điện AC, DCEN, hoặc DCEP. Máy hàn được chọn phải có khả năng cung cấp dòng điện lớn hơn các nhu cầu của công việc.
Kích cỡ điện cực	Bản chất công việc hàn có thể yêu cầu sử dụng điện cực có kích cỡ xác định. Điều này sẽ xác định lượng dòng điện được sử dụng và loại nguồn điện được chọn cho công việc.
Khối lượng hàn	Phương pháp hàn tự động thường có yêu cầu thiết bị khác với các yêu cầu của phương pháp hàn bằng tay hoặc bán tự động.
Chiều dày kim loại	Kim loại càng dày, yêu cầu độ ngấu càng sâu. Điều này đòi hỏi máy hàn phải có khả năng cung cấp dòng điện thỏa đáng cho điện cực.

### Cảnh báo

Điện áp giữa các cực máy hàn khi không có dòng điện lưu thông trong mạch điện được gọi là *điện áp mạch hở*. Do điện áp mạch hở có thể cao đến 100 volt, người thợ hàn có nguy cơ bị tổn thương nghiêm trọng hoặc chết do điện giật.

### Các yêu cầu nối đất nguồn điện

- Nối đất máy hàn (nguồn điện) bằng dây thứ ba trong dây cáp nối với mạch điện hàn, hoặc bằng dây điện riêng được nối đất tại nguồn.

- Các mạch nối đất từ máy hàn được dùng cho những mục đích khác, không nối với dụng cụ hàn.
- Không được nối một trong hai cực của máy điện hàn với khung máy.
- Không sử dụng các đường ống chứa khí đốt hoặc chất lỏng dễ cháy làm mạch trở về mát.
- Không sử dụng ống luồn dây có chứa dây điện làm mạch trở về mát.

### Dòng điện hàn SMAW

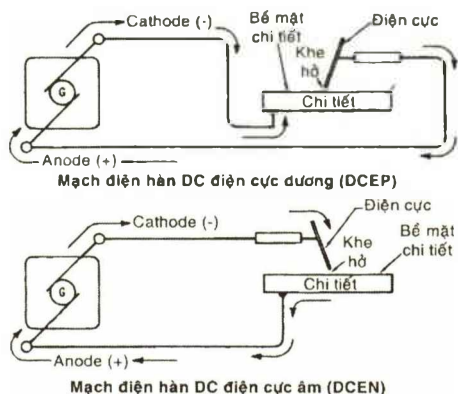
Phương pháp hàn hồ quang kim loại được bảo vệ sử dụng ba loại dòng điện hàn: dòng điện xoay chiều (AC), dòng điện một chiều điện cực âm (DCEN), và dòng điện một chiều điện cực dương (DCEP). Bảng 4-2 và Bảng 4-3 so sánh đặc tính hàn SMAW của các dòng điện và chiều phân cực khác nhau.

**Bảng 4-2.** So sánh dòng điện AC và DC đối với phương pháp hàn SMAW

Dòng điện/ chiều phân cực	Ghi chú
Dòng điện xoay chiều (AC)	Hồ quang AC tắt và sáng 100 lần (50 Hz) trong một giây khi dòng điện và điện áp đảo chiều.
	Dòng điện AC không có vấn đề lệch hồ quang như trong dòng điện một chiều.
	Tạo ra nhiều tàn lửa hơn dòng điện một chiều.
	Vốn đầu tư thiết bị AC thấp hơn thiết bị DC.
	Độ ngẫu nhiên hồ quang trung bình.
Dòng điện một chiều (DC)	DC thích hợp hơn AC khi hàn đứng và hàn ngửa, vì hồ quang của dòng điện này ngắn hơn và ổn định hơn.
	Dòng điện DC truyền kim loại ổn định hơn dòng điện AC.
	Hồ quang DC ngắn hơn, liên tục, và ổn định hơn hồ quang AC.
	Kim loại hàn nóng chảy có tác động thấm ướt tốt, và kích thước đường hàn đồng đều ở các dòng điện hàn thấp. Do đó, dòng điện một chiều rất thích hợp để hàn các chi tiết mỏng.

**Bảng 4-3.** So sánh dòng điện DCEN và DCEP

Dòng điện DC và chiều phân cực	Ghi chú
Dòng điện một chiều điện cực âm (DCEN)	DCEN tạo ra độ ngẫu nhiên kém hơn DCEP.
	DCEN có tốc độ nung chảy điện cực cao hơn DCEP.
Dòng điện một chiều điện cực dương (DCEP)	DCEP tạo ra độ ngẫu nhiên tốt hơn DCEN, nhưng tốc độ nung chảy điện cực thấp hơn.
	DCEP đặc biệt thích hợp để hàn nhôm, beryli-đồng, và magne, vì DCEP có tác dụng làm sạch bề mặt, cho phép hàn các kim loại này không cần chất trợ dung.



Hình 4-3. Sơ đồ minh họa các mạch điện hàn DCEP và DCEN.

## Chú ý

Dòng điện một chiều điện cực âm (DCEN/DC-) là dòng điện một chiều phân cực thuận (DCSP). Dòng điện một chiều điện cực dương (DCEP/DC+) là dòng điện một chiều phân cực ngược (DCRP).

## Kẹp điện cực

Kẹp điện cực (kềm hàn) được thiết kế để giữ chặt điện cực trong quá trình hàn. Dây dẫn điện cực thường được gắn chặt với đầu tay cầm hoặc bên trong tay cầm.

Kẹp điện cực có nhiều hình dạng và kích cỡ, thông dụng nhất là kẹp điện cực kiểu kềm cách điện. Kích thước kẹp được thiết kế theo khả năng tải dòng điện.

## Cảnh báo

Điểm nối dây dẫn với kẹp điện cực phải được cách điện hoàn toàn, nếu không người thợ hàn có thể bị điện giật.

## Cảnh báo

Đôi khi kẹp điện cực có thể bị nóng trong khi hàn. Thông thường, đây là dấu hiệu cho biết nối kết giữa dây cáp và kẹp điện cực bị lỏng, hoặc kẹp điện cực có kích thước không phù hợp với công việc.

## Chú ý

Kẹp điện cực cầm tay phải được thiết kế đặc biệt cho phương pháp hàn hồ quang và phải có đủ khả năng xử lý dòng điện định mức cực đại theo yêu cầu của các điện cực.

## Cáp hàn

Mạch điện giữa máy hàn và chi tiết được hàn gồm hai dây cáp. Một dây gọi là *dây điện cực*, kéo dài từ máy hàn đến kẹp điện cực, tạo thành một nửa mạch điện. Dây còn lại gọi là *dây chi tiết* (hoặc *dây mát*), từ máy hàn đến bản kim loại hoặc bản thân chi tiết, tạo ra nửa còn lại của mạch điện. Mạch điện hoàn chỉnh xảy ra khi bạn mở máy hàn và cho điện cực (gắn trong kẹp) tiếp xúc với chi tiết.

Cáp hàn được chọn phụ thuộc vào công suất (ampere) của máy hàn và chiều dài tối đa của cáp. Mỗi cỡ cáp hàn tương ứng với một đường kính lõi dẫn điện cụ thể. Mỗi đường kính lõi sẽ có chiều dài cáp tối đa tương ứng. Vượt quá chiều dài này mà không tăng đường kính cáp sẽ dẫn đến sụt áp lớn, mỗi hàn kém chất lượng. Bảng 4-4 cung cấp các đường kính cáp và chiều dài tối đa được đề nghị.

Một yếu tố quan trọng khác cần xem xét khi sử dụng cáp hàn là tính mềm dẻo của chúng. Cáp điện cực mềm dẻo sẽ cho phép người thợ hàn hoạt động thoải mái. Đối với cáp mát, tính mềm dẻo không quan trọng, vì cáp này thường cố định sau khi được nối với chi tiết. Dây cáp càng dài đường kính phải càng lớn. Đáng tiếc là khi đường kính tăng, tính mềm dẻo của dây cáp lại giảm. Bạn cần xem xét cả hai yếu tố này khi bố trí địa điểm hàn hồ quang.

Cáp hàn gồm có:

- Lõi dẫn điện.
- Lớp bọc bằng cao su và sợi tăng cường.
- Vỏ ngoài.

Lõi dẫn điện gồm hàng trăm tao nhỏ bằng đồng tinh khiết được quấn thành nhiều bó. Các bó này được bện với nhau để có đường kính xác định. Cáp hàn cũng được chế tạo với lõi dẫn điện bằng nhôm, nhưng loại này không thông dụng bằng cáp đồng.

Lõi dẫn điện được bọc trong một lớp cao su và sợi tăng cường để bảo vệ đồng khỏi bị ăn mòn. Vỏ ngoài là lớp cao su hoặc neoprene rất bền. Bảng 4-5 trình bày các đặc điểm của cáp bọc cao su và cáp bọc neoprene. Bảng 4-6 hướng dẫn cách chọn cỡ cáp theo cường độ dòng điện và khoảng cách từ máy hàn đến chi tiết được hàn.

**Bảng 4-4.** Đường kính cáp và chiều dài tối đa được đề nghị.

Công suất máy hàn (ampere)	Cỡ cáp dùng cho các chiều dài		
	Đến 50 ft	50-100 ft	100-250 ft
75 - 100	4	2	2
200	2	1	2/0
300	0	2/0	4/0
400	2/0	3/0	4/0*
600	2/0	4/0	4/0*

\*Chiều dài tối đa được đề nghị cho cáp 4/0 khi sử dụng máy hàn 400 A là 150 ft; máy hàn 600 A là 100 ft. Với khoảng cách lớn hơn, cần tăng đường kính cáp, nhưng điều này có thể tăng chi phí, hãy xem xét khả năng chuyển máy hàn đến gần chi tiết hơn.

**Bảng 4-5. Đặc điểm của cáp hàn bọc cao su và bọc neoprene**

Cơ cáp	Bọc cao su		Bọc neoprene		Tiết diện danh định (mil vòng*)	Số tạo danh định (dây #34 AWG)	Đường kính lõi danh định (inch)	Đ. kính ngoài danh định (inch)
	Pound trên 1000 ft	Pound trên 1000 ft	Ohm trên 1000 ft ở 20°C (68°F)					
4	186	201	0,225		41.740	1064	0,269	0,45
2	288	308	0,163		66.360	1672	0,337	0,55
1	357	383	0,129		83.690	2109	0,376	0,60
1/0	442	472	0,102		105.600	2660	0,423	0,66
2/0	548	584	0,084		133.100	3325	0,508	0,73
3/0	679	718	0,064		167.800	4256	0,576	0,80
4/0	837	882	0,051		211.600	5328	0,645	0,87

Mil vòng là diện tích vòng tròn có đường kính 1 mil (1/1000 inch).

**Bảng 4-6. Hướng dẫn chọn cáp**

Cơ cáp	Amp	Khoảng cách từ máy hàn đến chi tiết (feet)										
		50	75	100	125	150	175	200	225	250	300	350
4	100	4	4	2	2	1	1/0	1/0	2/0	2/0	3/0	4/0
2	150	4	2	1	1/0	2/0	3/0	3/0	4/0	4/0		
	200	2	1	1/0	2/0	3/0	4/0	4/0				
1	250	2	1/0	2/0	3/0	4/0						
	300	1	2/0	3/0	4/0							
1/0	350	1/0	3/0	4/0								
	400	1/0	3/0	4/0								
2/0	450	2/0	4/0									
	500	2/0	4/0									
3/0	50	3/0										
4/0	60	3/0										

Dựa trên độ sụt áp 4 volt

### Chú ý

Cơ cáp hàn được chọn theo dòng điện hàn cực đại sẽ sử dụng. Với định mức dòng điện từ 75 ampere trở lên, có thể chọn các dây cáp trong khoảng No.6 AWG đến No.4/0 AWG. Chiều dài cáp không nên vượt quá chiều dài cần thiết đối với công việc cụ thể.

### DIỆN CỰC SMAW

Điện cực SMAW là thanh kim loại được phủ lớp trợ dung. Chiều dày và thành phần của lớp trợ dung xác định đặc tính làm việc của điện cực, tính chất cơ học và hóa học của mối hàn. Trong khi hàn, lớp trợ dung bị phân hủy, tạo thành khí và xỉ bảo vệ kim loại hàn nóng chảy không bị nhiễm bẩn. Khi mối hàn nguội, xỉ được loại bỏ.



## Chọn điện cực

Chọn điện cực phù hợp với từng công việc hàn là điều quan trọng nhất. Chất lượng, bề ngoài, và tính kinh tế của mỗi hàn phụ thuộc vào sự chọn đúng điện cực phù hợp nhất (xem Bảng 4-7). Có nhiều yếu tố cần xem xét khi chọn điện cực:

1. *Tính chất cơ học.* Điều thiết yếu là phải biết loại kim loại được hàn (thép mềm, gang,...) và nắm vững các tính chất cơ học của kim loại đó. Tính chất của mỗi điện cực được biểu thị bằng số của hệ thống phân loại điện cực AWS. Hãy chọn điện cực có tính chất cơ học tương thích nhất với cơ tính của kim loại nền. Điện cực còn phải có các tính chất để truyền độ dai va đập và độ dẻo cao nhất cho mỗi hàn.
2. *Tính chất hóa học.* Điện cực phải có thành phần hóa học tương tự kim loại được hàn. Hóa tính của mỗi điện cực là bảng phân tích các nguyên tố hợp kim có trong lõi điện cực (tính theo phần trăm). Đây là bảng phân tích danh nghĩa và sẽ hơi khác nhau giữa các nhà sản xuất đối với điện cực cùng loại.
3. *Dòng điện hàn.* Điện cực được chọn phải thích hợp nhất với loại nguồn điện đang sử dụng. Loại dòng điện hàn dùng cho điện cực cụ thể cũng được biểu thị bằng số phân loại điện cực của AWS. Theo nguyên tắc chung, nên chọn dòng điện cực đại (và đường kính điện cực lớn nhất) có thể sử dụng với chiều dày kim loại được hàn. Ở đây, cần lưu ý kim loại có được gia nhiệt trước hay không. Các kim loại được gia nhiệt trước yêu cầu dòng điện thấp hơn các kim loại không gia nhiệt trước.
4. *Vị trí hàn.* Các số phân loại điện cực AWS còn cho biết vị trí hàn phù hợp. Không phải tất cả các điện cực đều được thiết kế để sử dụng với mọi vị trí hàn. Người thợ hàn phải chọn điện cực phù hợp với vị trí hàn sẽ thực hiện.
5. *Chiều dày kim loại.* Kim loại càng dày, dòng điện cần thiết để tạo ra mỗi hàn tốt càng cao. Dòng điện tăng, đường kính điện cực cũng phải tăng tương ứng. Căn cứ vào đề nghị của nhà sản xuất để chọn đường kính điện cực phù hợp nhất với dòng điện hàn được sử dụng.
6. *Kiểu mối ghép.* Kiểu mối ghép sẽ xác định độ ngấu hồ quang (sâu, trung bình, cạn,...); có thể xác định qua số phân loại điện

Bảng 4-7. Hướng dẫn chọn điện cực thép mềm<sup>a</sup>

	Loại điện cực											
	E6010	E6011	E6012	E6013	E7014	E7015	E7016	E7018	E6020	E7024	E6027	E7028
Hàn rãnh đầu mí, phẳng (>1/4 in.)	4	5	3	8	9	7	7	9	10	9	10	10
Hàn rãnh đầu mí, mọi vị trí (>1/4 in.)	10	9	5	8	6	7	7	6	(b)	(b)	(b)	(b)
Hàn đắp, phẳng hoặc ngang	2	3	8	7	9	5	5	9	10	10	9	9
Hàn đắp, mọi vị trí	10	9	6	7	7	8	8	6	(b)	(b)	(b)	(b)
Dòng điện	DCEP	AC DCEP	DCEN AC	DCEN DCEP AC	DCEN DCEP AC	DCEP	DCEP AC	DCEP AC	DCEN DCEP AC	DCEN DCEP AC	DCEN DCEP AC	DCEP AC
Vật liệu mỏng (<1/4 in.)	5	7	8	9	8	2	2	2	(b)	7	(b)	(b)
Tấm dày hoặc mối nối ghép chặt	8	8	6	8	8	10	10	9	8	7	8	9
Thép sulfur cao	(b)	(b)	5	3	3	10	10	9	(b)	5	(b)	9
Tốc độ lắng đọng	4	4	5	5	6	4	4	6	6	10	10	8
Chiều sâu ngấu	10	9	6	5	6	7	7	7	8	4	8	7
Bề ngoài	6	6	8	9	9	7	7	10	9	10	10	10
Độ kín	6	6	3	5	7	10	10	9	9	8	9	9
Độ dai	6	7	4	5	6	10	10	10	10	5	10	10
Độ dai va đập nhiệt độ thấp	8	8	4	5	8	10	10	10	8	9	9	10
Tổn thất văng tóe thấp	1	2	6	7	9	6	6	8	9	10	10	9
Yêu cầu thợ hàn	7	6	8	9	10	9	6	8	9	10	10	9
Su loại bỏ xỉ	9	8	6	8	8	8	4	7	9	9	9	8

<sup>a</sup> Sự đánh giá dựa trên so sánh các điện cực cùng kích cỡ, với 10 là giá trị lớn nhất. Các đánh giá có thể thay đổi theo kích cỡ.

<sup>b</sup> Không nên dùng

cực của AWS. Người thợ hàn phải chọn điện cực cung cấp độ ngẫu hồ quang theo yêu cầu.

7. *Đường hàn.* Số đường hàn cũng phụ thuộc vào điện cực đã chọn. Hàn nhiều đường yêu cầu dòng điện cao hơn hàn một đường.
8. *Vị trí mối ghép.* Vị trí mối ghép, đặc biệt khi hàn nhiều đường, là một trong các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự chọn lựa điện cực. Đối với các mối ghép phẳng và ngang, sử dụng các điện cực được gọi là điện cực *nóng*. Các điện cực dùng để hàn đứng và hàn ngửa phải tạo ra chất lỏng động không bị rơi ra khỏi mối ghép khi đang ở dạng nóng chảy. Các chất lỏng động loại này thường yêu cầu điện cực có đường kính không quá 3/16 inch.
9. *Điều kiện làm việc.* Hiểu rõ điều kiện làm việc sẽ giúp bạn chọn đúng điện cực. Khi chọn điện cực, các yếu tố như nhiệt độ (cao, thấp), khí quyển có tính ăn mòn, và tải va đập đều quan trọng.

### **Tính chất cơ học và hóa học của điện cực**

Các tính chất cơ học và bản phân tích hóa học của mỗi loại điện cực sẽ hơi khác nhau giữa các nhà sản xuất. Luôn luôn tham khảo các thông số kỹ thuật của nhà sản xuất khi chọn điện cực có cơ tính và hóa tính phù hợp với kim loại nền. Các tính chất cơ học (độ bền kéo tối thiểu, giới hạn chảy,...) phải luôn luôn cao hơn yêu cầu tối thiểu của AWS (Hiệp Hội Hàn Hoa Kỳ).

### **Lớp phủ điện cực**

Lớp phủ của các điện cực thép mềm và thép hợp kim thấp có thể gồm 6 đến 12 thành phần, tùy theo nhà sản xuất. Bảng 4-8 trình bày các lớp phủ thông dụng.

### **Kích cỡ điện cực**

Đường kính của các điện cực dùng cho phương pháp GMAW thường trong khoảng 3/32 đến 1/4 inch, theo các gia số 1/8 inch, tuy nhiên một số nhà sản xuất cung cấp các điện cực có đường kính ở ngoài khoảng này. Chiều dài điện cực là 9, 12, 14, và 18 inch; trong đó loại 14 inch là phổ biến nhất.

### **Giá trị dòng điện của điện cực**

Đối với một loại điện cực, không phải tất cả các nhà sản xuất đều chế tạo theo đường kính bằng nhau. Ngoài ra, khoảng dòng điện dùng cho các đường kính điện cực cũng thay đổi chút ít giữa các nhà

**Bảng 4-8. Các lớp phủ điện cực.**

Lớp phủ	Ghi chú
Các kim loại hợp kim	Cung cấp hàm lượng hợp kim cho kim loại hàn lỏng đọng.
Calci fluoride	Cung cấp khí bảo vệ hồ quang; điều chỉnh pH của xỉ; cung cấp cả tính lưu động và tính hòa tan của các oxide kim loại.
Đất sét và gôm	Tăng cường cho lớp phủ điện cực; cung cấp tính đàn hồi để đùn ép lớp phủ dẻo của điện cực.
Ferromangan và ferrosilic	Bổ sung hàm lượng mangan và silic vào kim loại hàn lỏng đọng; giúp khử oxy đối với kim loại hàn nóng chảy.
Sắt hoặc mangan oxide	Điều chỉnh tính chất của xỉ; điều chỉnh tính lưu động của xỉ; sắt oxide với các lượng nhỏ có tác dụng ổn định hồ quang.
Bột sắt	Cung cấp kim loại hàn bổ sung trong quá trình hàn.
Carbonate kim loại	Cung cấp khí quyển khử oxy; điều chỉnh pH của xỉ.
Silicate vô cơ	Tăng cường cho lớp phủ điện cực; tạo xỉ.
Titan dioxide	Tạo ra xỉ rất lỏng và đông cứng nhanh, dễ loại bỏ; cung cấp sự ion hóa cho hồ quang.

sản xuất. Vì vậy, luôn luôn tham khảo sổ tay kỹ thuật của nhà sản xuất điện cực để biết khoảng dòng điện được đề nghị cho điện cực bạn định sử dụng. Ghi nhớ, giá trị dòng điện không chỉ thay đổi theo chiều dày vật liệu được hàn mà còn thay đổi theo vị trí hàn. Ví dụ, khoảng dòng điện dùng cho các đường kính điện cực khác nhau khi hàn đứng và hàn ngửa sẽ hơi thấp hơn khoảng dòng điện dùng trong hàn phẳng. Bảng 4-9 trình bày các khoảng dòng điện và đường kính điện cực để làm cơ sở so sánh.

### Phân loại điện cực

Tất cả các điện cực thép mềm và hợp kim thấp được phân loại bằng bốn hoặc năm chữ số theo sau mẫu tự E. Các điện cực này được gọi là *điện cực que*, không còn sử dụng mã màu để nhận diện. Ký hiệu phân loại của AWS được đóng dấu lên bề mặt lớp phủ điện cực và được trình bày trong các Bảng 4-10 đến 4-14.

### Đặc tính làm việc của điện cực

Có thể phân chia các điện cực theo đặc tính làm việc của chúng thành ba loại: điện cực đông cứng nhanh, điện cực đông cứng - điển đầy, và điện cực điển đầy nhanh (các Bảng 4-15, 4-16, và 4-17). Bạn sẽ gặp những trường hợp mà mỗi hàn có thể yêu cầu điện cực có sự kết hợp ba loại này.

**Bảng 4-9.** Khoảng dòng điện (ampere) dùng cho các đường kính điện cực khác nhau

Ký hiệu của AWS	Dòng điện/cực tính của điện cực	Đường kính điện cực (inch) và khoảng dòng điện (ampere)							
		1/16	5/64	3/32	1/8	5/32	3/16	7/32	1/4
E6010	DCEP	—	—	60-85	80-120	110-169	150-200	200-275	220-325
E6011	AC	—	—	65-90	80-120	130-170	170-210	150-260	190-300
	DCEP	—	—	40-75	70-110	80-145	110-180	135-235	170-270
E6012	DCEN	—	—	—	80-135	110-180	155-250	225-295	245-325
	AC	—	—	—	90-150	120-200	170-270	250-325	275-360
E6013	AC	25-50	35-60	50-100	80-130	140-180	180-230	—	—
	DCEN	—	—	70-95	100-135	145-180	190-235	—	—
E7014	AC	—	—	50-100	90-140	150-210	200-240	260-340	280-425
	DCEN	—	—	75-95	100-145	135-200	185-235	235-305	260-380
E7015	DCEP	—	—	65-110	100-150	140-200	180-255	240-320	300-390
E7016	DCEP	—	—	65-110	100-150	140-200	180-255	240-320	300-390
E7018	DCEP	—	—	55-85	90-140	130-185	190-250	210-330	290-430
	AC	—	—	80-120	110-170	135-225	200-300	260-380	325-530
E6020	DCEN	—	—	—	120-160	130-190	175-250	225-310	275-375
E7024	DCEN	—	—	—	115-175	180-240	240-315	300-380	350-450
	DCEP	—	—	—	120-160	160-215	215-285	270-340	315-405
E6027	DCEN	—	—	—	—	190-240	250-300	300-380	350-450
	DCEP	—	—	—	—	175-215	230-270	270-340	315-405
E7028	DCEP	—	—	—	—	180-270	240-330	275-410	360-520
	AC	—	—	—	—	170-240	210-300	60-380	—

**Bảng 4-10.** Ý nghĩa của các số trong ký hiệu AWS đối với điện cực thép mềm và hợp kim thấp.

Ký hiệu AWS	Giải thích
E	Tiền tố chỉ định điện cực (electrode).
6 0	Hai số biểu thị độ bền kéo tối thiểu tính theo đơn vị 1000 psi. Chú ý: Một số điện cực có năm chữ số đứng sau tiền tố E, ví dụ, E12018. Trong trường hợp này, ba số đầu biểu thị độ bền kéo tối thiểu, nghĩa là 120.000 psi đối với điện cực E 12018.
1	Số thứ ba cho biết vị trí hàn.
1	Số thứ tư cho biết loại lớp phủ điện cực và dòng điện hàn (xem Bảng 4-12).

**Bảng 4-11.** Số thứ ba: Vị trí hàn.

Số thứ ba	Vị trí hàn
EXX1X	Tất cả các vị trí: phẳng, ngang, đứng, ngửa.
EXX2X	Chỉ các vị trí phẳng và ngang.
EXX3X	Phẳng, ngang, đứng từ trên xuống, ngửa.

**Bảng 4-12.** Số thứ tư: Loại lớp phủ điện cực và dòng điện.

Số thứ tư	Loại lớp phủ	Dòng điện hàn
EXXX0	Natri cellulose	DCEP
EXXX1	Kali cellulose	AC, DCEP, hoặc DCEN
EXXX2	Natri titan	AC hoặc DCEN
EXXX3	Kali titan	AC hoặc DCEP
EXXX4	Titan bột sắt	AC, DCEN, hoặc DCEP
EXXX5	Natri hydro thấp	DCEP
EXXX6	Kali hydro thấp	AC hoặc DCEP
EXXX7	Bột sắt oxide sắt	AC, DCEP, hoặc DCEN
EXXX8	Bột sắt hydro thấp	AC hoặc DCEP

### Điện cực hydro thấp

Sự hiện diện của hydro trong quá trình hàn ảnh hưởng mạnh đến chất lượng mối hàn. Điện cực có lớp phủ hydro thấp được phát triển để loại trừ vấn đề này. Các lớp phủ hydro thấp có hàm lượng ẩm rất thấp. Đây là yếu tố ngăn cản hydro xâm nhập vào mối hàn trong quá trình hàn. Các điện cực E6015, E6016, và E6018 là điện cực hydro thấp đầu tiên.

### Điện cực bột sắt

Có thể thu được tốc độ lắng đọng nhanh bằng cách sử dụng điện cực có hàm lượng bột sắt đáng kể trong lớp phủ của chúng. Hàm lượng

**Bảng 4-13.** Hậu tố hai ký tự biểu thị thành phần hóa học của mỗi hàn.

Hậu tố	Mn (%)	Ni (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)
EXXXX-A1				0,50	
EXXXX-B1			0,50	0,50	
EXXXX-B2			1,25	0,50	
EXXXX-B3			2,25	1	
EXXXX-C1		2,50			
EXXXX-C2		3,25			
EXXXX-C3		1	0,15	0,35	
EXXXX-D1 và EXXXX-D2	1,25 - 2,00				
EXXXX-G		0,50	0,30 (min.)	0,20 (min.)	0,10 (min.)

**Bảng 4-14.** Ký hiệu phụ tùy chọn đối với hydro  
(mức hydro tối đa có thể khuếch tán)

Ký hiệu phụ	Chú thích
EXXXX-XX H8	Điện cực hoặc tổ hợp điện cực- chất trợ dung có khả năng lắng đọng kim loại hàn với hàm lượng hydro có thể khuếch tán tối đa là 8 mL/100g (H8)
EXXXX-XX H4	Điện cực hoặc tổ hợp điện cực- chất trợ dung có khả năng lắng đọng kim loại hàn với hàm lượng hydro có thể khuếch tán tối đa là 4 mL/100g (H4)
EXXXX-XX H3	Điện cực hoặc tổ hợp điện cực- chất trợ dung có khả năng lắng đọng kim loại hàn với hàm lượng hydro có thể khuếch tán tối đa là 3 mL/100g (H3)
EXXXX-XX H2	Điện cực hoặc tổ hợp điện cực- chất trợ dung có khả năng lắng đọng kim loại hàn với hàm lượng hydro có thể khuếch tán tối đa là 2 mL/100g (H2). Mức hydro thấp.
EXXXX-XX H1	Điện cực hoặc tổ hợp điện cực- chất trợ dung có khả năng lắng đọng kim loại hàn với hàm lượng hydro có thể khuếch tán tối đa là 1 mL/100g (H1). Mức hydro rất thấp.
EXXXX-XX H4R	Mẫu tự R cho biết điện cực có khả năng đáp ứng các giới hạn độ ẩm thấp trong các kiểm tra ẩm có điều khiển.

bột sắt trong lớp phủ này là 30% (lớp phủ vôi) hoặc 50% (lớp phủ titan). Điện cực có hàm lượng bột sắt 50% cho phép sử dụng dòng điện cao hơn điện cực 30% bột sắt, tạo ra mỗi hàn nhanh hơn nhiều, nhưng bị giới hạn trong các vị trí hàn phẳng. Do lớp phủ dày hơn các loại điện cực khác, điện cực bột sắt đòi hỏi dòng điện cao hơn.



**Bảng 4-15. Điện cực đông cứng nhanh**

Đặc tính làm việc	Chú thích
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kim loại hàn đông cứng rất nhanh trong mọi vị trí.</li> <li>• Tốc độ lắng đọng chậm</li> <li>• Độ ngấu sâu với tạp chất tối đa.</li> <li>• Lớp xỉ nhẹ, dễ loại bỏ</li> <li>• Đường hàn phẳng với các gợn sóng rõ ràng</li> </ul>	Điện cực đa năng. Thích hợp với các vị trí hàn đứng và hàn ngửa.

**Bảng 4-16. Điện cực đông cứng - điển đầy**

Đặc tính làm việc	Chú thích
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mối hàn phẳng hoặc hơi lồi với các gợn sóng rõ rệt.</li> <li>• Tốc độ lắng đọng trung bình.</li> <li>• Ít văng tóe</li> </ul>	Kim loại hàn đông cứng rất nhanh mặc dù xỉ vẫn còn tương đối lỏng

**Bảng 4-17. Điện cực điển đầy nhanh**

Đặc tính làm việc	Chú thích
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tốc độ lắng đọng nhanh nhất.</li> <li>• Độ ngấu cạn.</li> <li>• Văng tóe tối thiểu với xỉ dễ loại bỏ.</li> <li>• Mối hàn láng, không có gợn sóng.</li> <li>• Mối hàn phẳng hoặc hơi lồi</li> </ul>	Dùng để lấp đầy các mối ghép yêu cầu tốc độ lắng đọng cao trong thời gian ngắn nhất.

### Chú ý

Có thể xác định khoảng hàm lượng sắt bằng chữ số cuối cùng trong ký hiệu điện cực. EXX4 và EXX8 đều biểu thị hàm lượng bột sắt 30% đến 50%. Các điện cực có ký hiệu EXX0 và EXX2 chứa 0 đến 10% bột sắt, và số EXX7 cho biết hàm lượng bột sắt 50%.

### ĐIỆN CỰC THÉP HỢP KIM DÙNG CHO PHƯƠNG PHÁP SMAW

Lõi kim loại của các điện cực này được làm bằng thép hợp kim, thay vì bằng thép carbon thấp. Lớp phủ điện cực tương tự loại hydro thấp. Một số lớp phủ cũng có thể chứa bột sắt. Chúng được thiết kế để hàn các thép hợp kim độ bền cao và có thể tạo ra mối hàn có độ bền kéo trên 100.000 psi. Điện cực thép hợp kim thường được dùng để hàn ống nhiệt độ cao, áp suất cao; ống carbon molybden dùng

trong hệ thống hơi nước nhiệt độ cao, áp suất cao; và các tấm hoặc vật đúc có hàm lượng molybden xấp xỉ 0,50%.

Các điện cực trong series E70XX (E7010, E7011, E7013, E7015, E7016, E7020, E7025, E7026, và E7030) thường được xem là *điện cực thép hợp kim thấp*. Các điện cực E8010, E8011, E8013; E9010, E9011, E9013; và E10010, E10011, E10013 cũng thuộc nhóm này.

### **ĐIỆN CỰC THÉP KHÔNG RỈ DÙNG CHO PHƯƠNG PHÁP SMAW**

Các điện cực thép không gỉ có thể có lớp phủ vôi hoặc titan. Loại thứ nhất (vôi) chỉ được sử dụng với dòng điện DC điện cực dương (DCEP). Các điện cực này tạo ra mối hàn đắp phẳng hoặc hơi lồi. Xi bao phủ toàn bộ mối hàn, văng tóe tối thiểu, và các tạp chất bị chảy ra khỏi kim loại hàn.

Các điện cực được phủ titan có thể sử dụng với cả dòng điện AC và DC điện cực dương (DCEP). Chúng tạo ra mối hàn hơi lõm; hồ quang dễ chịu và ổn định hơn so với điện cực được phủ vôi.

Hệ thống đánh số phân loại điện cực thép không gỉ khác với hệ thống đánh số điện cực thép mềm và thép hợp kim thấp. Tiền tố E biểu thị điện cực hàn hồ quang. Ba số đứng sau mẫu tự E cho biết loại thép không gỉ (ví dụ, 308, 410, 502,...). Hai số tiếp theo (phân tách với ba số đầu bằng dấu gạch nối) cho biết loại lớp phủ, sự phân cực dòng điện, và vị trí hàn của mỗi điện cực.

- -15: lớp phủ vôi, DCEP, tất cả các vị trí hàn.
- -16: lớp phủ titan, AC hoặc DCEP, tất cả các vị trí hàn.
- -25: lớp phủ titan, DCEP, các vị trí ngang và phẳng.
- -26: lớp phủ titan, AC hoặc DCEP, các vị trí ngang và phẳng.

### **ĐIỆN CỰC NHÔM DÙNG CHO PHƯƠNG PHÁP SMAW**

Các điện cực nhôm thường dùng để hàn nhôm là ER1100, ER4043, ER5554, ER5356, ER5556, và ER5183. Trong đó, ER1100 và ER4043 được sử dụng rộng rãi nhất. ER4043 nổi tiếng là điện cực đa dụng. Phụ lục C liệt kê một số điện cực nhôm thông dụng trong kỹ thuật hàn SMAW.

### **ĐIỆN CỰC ĐẶC BIỆT TRONG PHƯƠNG PHÁP SMAW**

Các điện cực đặc biệt đã được phát triển cho nhiều kim loại và hợp kim khác nhau. Chúng được xác định qua tiền tố E (electrode-điện

**Bảng 4-18.** Ký hiệu của các điện cực đặc biệt.

Nhóm	Ký hiệu điện cực theo AWS	Tên điện cực	Thành phần
Các điện cực đồng và hợp kim đồng	ECu	Đồng được khử oxide	Cu
	ECuAl	Đồng đỏ nhôm	Cu, Al
	ECuSi	Đồng đỏ silic	Cu, Si
	ECuSn	Đồng đỏ phosphor	Cu, Sn
	ECuNi	Nickel đồng	Cu, Ni
	ECuNiAl	Đồng đỏ nhôm nickel	Cu, Ni, Al
Các điện cực nickel và hợp kim nickel	ENiCu	Đồng nickel	
	ENiCrFe	Sắt chrom nickel	Ni, Cr, Fe
	ENiCrMo	Molybden chrom nickel	Ni, Cr, Mo

cực) cộng với ký hiệu của nguyên tố hợp kim chính, tiếp theo là ký hiệu các nguyên tố còn lại. Các điện cực đặc biệt được phân nhóm theo nguyên tố hợp kim chính (Bảng 4-18). Phụ lục D liệt kê một số điện cực đặc biệt thường được sử dụng trong phương pháp SMAW.

### Chú ý

Tiền tố ER trong ký hiệu điện cực đặc biệt biểu thị dây điện cực được dùng trong phương pháp hàn GTAW (TIG) hoặc GMAW (MIG).

## XỬ LÝ SỰ CỐ TRONG PHƯƠNG PHÁP SMAW

**Bảng 4-19.** Xử lý sự cố nguồn điện hàn hồ quang kim loại

Sự cố	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Máy hàn hoạt động trong thời gian ngắn rồi ngừng	Các bộ cấp nhiệt của rơ-le không phù hợp	Thay các bộ cấp nhiệt của rơ-le.
	Máy hàn bị quá tải	Chỉ cho phép quá tải lớn trong thời gian ngắn.
	Chu kỳ tải quá cao	Không làm việc liên tục ở dòng điện quá tải.
	Dây dẫn quá dài hoặc tiết diện quá nhỏ	Thay dây đủ lớn để tải dòng điện hàn mà không gây sụt áp quá mức.
	Mạch công suất bị mất pha	Kiểm tra cầu chì hoặc đường dây
	Nhiệt độ môi trường quá cao	Vận hành ở các tải thấp trong những vùng có nhiệt độ trên 100°F (37,8°C).
Hồ quang sặc sỡ, vắng tóe quá mức.	Hệ thống thông gió bị nghẽn	Kiểm tra ngõ vào và ra của không khí.
	Xác lập dòng điện quá cao	Kiểm tra dòng điện ra bằng ampe kế.
	Phân cực không đúng	Kiểm tra cực tính; thử đảo ngược, hoặc sử dụng điện cực có cực tính ngược lại.

<b>Sự cố</b>	<b>Nguyên nhân</b>	<b>Cách khắc phục</b>
Hồ quang yếu	Dòng điện quá thấp	Kiểm tra công suất và dòng điện được đề nghị cho điện cực đang sử dụng
	Nối kết không đạt yêu cầu	Kiểm tra tất cả các nối kết của kẹp điện cực, cáp, và cáp mát.
	Cáp quá dài hoặc quá nhỏ	Kiểm tra độ sụt áp và thay cáp.
Bộ điều khiển máy điện không thể đổi dòng điện	Một bộ phận của mạch kích từ có thể bị ngắn mạch hoặc hở mạch	Tim tiếp điểm bị sự cố và sửa chữa.
Máy hàn khởi động nhưng không thể phân phối dòng điện theo yêu cầu	Chổi than bị mòn, hư, hoặc bị mất	Kiểm tra tất cả các chổi than, chúng phải ti lên bộ đảo điện với lực phù hợp
	Nối kết chổi than bị lỏng	Siết chặt.
	Mạch kích từ bị hở	Kiểm tra nối kết của biến trở, điện trở, và các vít cây của chổi than phụ.
	Hở mạch phản ứng và cuộn kích từ nối tiếp	Kiểm tra bằng đèn kiểm tra hoặc bộ rung chuông
	Tốc độ truyền động không phù hợp	Kiểm tra bằng tên của động cơ
	Chất bẩn làm các cuộn kích từ bị chạm mát	Làm sạch và cách điện lại.
Máy hàn cung cấp dòng điện, nhưng dòng điện bị giảm mạnh trong quá trình hàn	Cực hàn bị ngắn mạch	Kiểm tra kẹp điện cực hoặc cáp.
	Điện cực hoặc mát bị lỏng	Làm sạch, siết chặt tất cả các nối kết.
	Mát không đạt yêu cầu	Kiểm tra mạch trở về mát
	Các chổi than bị mòn	Thay bằng loại chổi than được đề nghị. Mài giấy nhám cho vừa khít. Thổi sạch bụi than.
	Lò xo chổi than bị yếu	Thay/điều chỉnh lại các lò xo chổi than.
	Chổi than được lắp không chính xác	Mài giấy nhám để lắp các chổi than một cách chính xác.
	Các chổi than bị lắp ngược	Đảo ngược các chổi than
	Chổi than không phù hợp	Xem khuyến cáo về chi tiết thay mới.
	Đuôi chổi than bị hư	Thay các chổi than.
	Bộ đảo mạch không phẳng hoặc bị dơ	Sửa chữa hoặc thay bộ đảo mạch
Bộ khởi động không làm việc – máy không khởi động	Nối kết động cơ bị mất pha	Kiểm tra tất cả các nối kết.
	Mạch công suất bị sự cố	Kiểm tra điện áp
	Dây nguồn bị đứt	Sửa chữa
	Điện áp nguồn không chuẩn	Kiểm tra bằng tên của máy.
	Chưa đóng công tắc nguồn	Đóng công tắc
	Các cầu chì bị nổ	Thay cầu chì

Sự cố	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Bộ khởi động không làm việc – máy không khởi	Rơ-le quá tải được kích hoạt	Chờ nguội. Loại bỏ tác nhân quá tải
	Hở mạch dẫn đến nút, bấm bộ khởi động	Sửa chữa
	Cuộn chạy có vấn đề	Thay mới
	Công tắc tơ bị kẹt	Thay công tắc tơ
Bộ khởi động làm việc – máy không khởi động	Nối kết động cơ không đúng	Kiểm tra sơ đồ nối kết
	Điện áp không phù hợp	Kiểm tra bảng tên của máy
	Rotor bị kẹt	Thử quay rotor bằng tay
	Mạch công suất bị mất pha	Thay cầu chì; sửa chữa đường dây bị hở mạch
	Bộ khởi động bị mất pha	Kiểm tra tiếp điểm của bộ khởi động
	Nối kết động cơ không tốt	Siết chặt
Bộ khởi động làm việc và cầu chì bị nổ	Hở mạch trong các cuộn dây	Thay mới
	Cầu chì quá nhỏ	Định mức cầu chì phải gấp hai hoặc ba lần định mức của mạch động cơ.
	Ngắn mạch trong các nối kết động cơ	Kiểm tra các đầu dây của bộ khởi động và động cơ, chúng phải cách ly với mát và cách ly với nhau.

**Bảng 4-20. Xử lý sự cố đối với mỗi hàn SMAW**

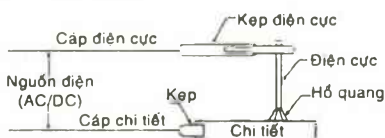
Sự cố	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Mỗi hàn bị rỗ	Hồ quang quá ngắn	Sử dụng và duy trì hồ quang dài hơn
	Kích cỡ hoặc loại điện cực không phù hợp	Chọn điện cực phù hợp với ứng dụng
	Các khí bị mắc kẹt do thiếu thời gian khuấy	Kéo dài thời gian khuấy để đuổi khí ra khỏi vũng hàn.
	Điện cực bị hư	Thay điện cực
Độ ngấu không đạt yêu cầu	Tốc độ quá nhanh	Giảm tốc độ hàn. Sử dụng dòng điện vừa đủ để đạt độ ngấu mong muốn.
	Điện cực quá lớn	Chọn điện cực phù hợp với cỡ rãnh.
	Tốc độ hàn quá chậm	Tăng tốc độ hàn; sử dụng dòng điện đủ để cung cấp độ ngấu hồ quang thỏa đáng.
	Kích thước khe hở ở đáy mối hàn không phù hợp	Điều chỉnh kích thước khe hở.
Sự cắt đứt	Dòng điện quá cao (thường kèm theo văng tóe và lệch hồ quang quá mức)	Giảm dòng điện hàn cho đến khi tình trạng văng tóe, lệch hồ quang, và cắt đứt không còn.
	Vị trí hoặc di chuyển điện cực không phù hợp	Sử dụng dao động đều khi hàn đầu mí. Tránh dao động quá mức. Giữ điện cực ở khoảng cách an toàn so với mặt phẳng đứng khi thực hiện mỗi hàn đắp ngang.

Sự cố	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Sự cắt đứt	Đường kính điện cực không phù hợp	Sử dụng đường kính điện cực phù hợp với công việc. Sự cắt đứt thường xảy ra khi đường kính điện cực quá lớn
	Lệch hồ quang	Xem phần <i>Nóng chảy không đạt yêu cầu</i> .
Mối hàn bị rạn nứt	Điện cực không phù hợp	Chọn điện cực phù hợp với kích cỡ chi tiết
	Mối hàn và kích thước chi tiết không tương xứng	Điều chỉnh kích thước mối hàn theo kích thước chi tiết.
	Khe hở mối ghép không phù hợp	Thiết lập kích thước khe hở phù hợp và đồng đều.
	Dòng điện quá cao	Dùng dòng điện thấp nhất để có mối hàn tốt.
Mối hàn không đẹp	Điện cực bị hư hoặc không phù hợp	Thay điện cực
	Sử dụng điện cực không đúng	Sử dụng kỹ thuật hàn chính xác. Thực hiện chuyển động qua lại đồng đều.
	Dòng điện và điện áp hồ quang không phù hợp	Tránh điện áp quá cao
	Quá nhiệt	Tránh quá nhiệt. Duy trì nhiệt trong khoảng thích hợp.
Nóng chảy không đạt yêu cầu	Lệch hồ quang (hồ quang dao động ra khỏi đường đi được dự định)	Giảm dòng điện; hoặc sử dụng phương pháp bước ngược trên các mối hàn dài; hoặc chạm lớp phủ điện cực với bề mặt và hướng đầu điện cực ngược chiều lệch hồ quang; hoặc sử dụng dòng điện AC và điện cực phù hợp.
	Dòng điện được điều chỉnh không chính xác	Chọn dòng điện và điện áp chính xác
	Kích cỡ điện cực không phù hợp	Chọn điện cực phù hợp với mối ghép
Mối hàn giòn	Điện cực bị lỗi hoặc không phù hợp	Thay bằng điện cực thích hợp
	Gia nhiệt trước không chính xác	Gia nhiệt đến 300°F nếu hàn thép carbon trung bình hoặc thép hợp kim
	Ứng suất gây ra tình giòn	Giải phóng ứng suất sau khi hàn
Sự vắng tõe quá mức	Lệch hồ quang	Xem trường hợp <i>Nóng chảy không đạt yêu cầu</i>
	Hồ quang quá dài	Giảm chiều dài hồ quang
	Dòng điện quá cao	Điều chỉnh dòng điện chính xác.
	Điện cực bị lỗi hoặc không phù hợp	Thay điện cực

## Chương 5

# CẮT VÀ HÀN HỒ QUANG

Hồ quang điện giữa hai điện cực là nguồn nhiệt tập trung có thể đạt đến nhiệt độ  $3871^{\circ}\text{C}$  ( $7000^{\circ}\text{F}$ ). Năm 1881, nhiều người đã thử dùng hồ quang giữa điện cực carbon và chi tiết kim loại. Trên Hình 5-1 là mạch điện căn bản dùng để cung cấp nhiệt cho phương pháp hàn nóng chảy.



Hình 5-1. Mạch điện hàn căn bản.

Trong phương pháp hàn hơi, cần bổ sung kim loại từ dây hoặc que kim loại. Lúc đầu, phương pháp hàn hồ quang sử dụng dây kim loại trần làm điện cực. Dây này nóng chảy trong hồ quang và tự động cung cấp kim loại cần thiết để lấp đầy mối ghép. Tuy nhiên, kết quả không bảo đảm. Hồ quang không ổn định và đòi hỏi nhiều kỹ năng để duy trì hồ quang. Kim loại hàn bị nhiễm bẩn và oxy hóa do tiếp xúc với khí quyển ở nhiệt độ cao. Vào thời đó, kiến thức về hiệu ứng luyện kim và các yêu cầu đối với kỹ thuật hàn còn rất ít.

Tuy nhiên, tiềm năng to lớn của phương pháp hàn hồ quang đã được công nhận, nhất là sau khi thu được nhiều kinh nghiệm từ Thế Chiến I. Trước cuộc chiến này, kỹ thuật hàn ít được ứng dụng. Khi điện cực kim loại có lớp phủ được phát triển vào thập niên 1920, chúng đã cung cấp hồ quang ổn định và ngăn kim loại hàn tiếp xúc với khí quyển, ngoại trừ tác động trợ dung cần thiết đối với vũng kim loại nóng chảy. Các vấn đề chính liên quan đến hàn hồ quang đã được giải quyết khi ứng dụng và phát triển nhiều sự thay đổi vật liệu và phương pháp, đặc biệt là trong công nghiệp chế tạo.

Hàn hồ quang được thực hiện với các điện cực kim loại. Trong đó, một loại điện cực bị tiêu hao (nóng chảy) khi cung cấp kim loại cần thiết để lấp đầy các khoảng trống trong mối ghép, đẩy nhanh quá trình hàn. Trong trường hợp này, điện cực có điểm nóng chảy thấp hơn nhiệt độ của hồ quang. Đầu điện cực bị nóng chảy thành các giọt nhỏ và chuyển qua kim loại nền. Kích thước các giọt này rất khác nhau, và cơ chế truyền cũng thay đổi theo loại điện cực và phương pháp hàn. Khi điện cực nóng chảy, chiều dài hồ quang thay đổi, lực cản hồ quang thay đổi theo chiều dài hồ quang và sự hiện



diện (hoặc văng mặt) của các hạt kim loại trên đường đi của hồ quang. Điều này buộc phải di chuyển điện cực về phía hoặc ra xa chi tiết để duy trì hồ quang và điều kiện hàn thích hợp.

Ngày nay, không có phương pháp hàn hồ quang bằng tay nào được thực hiện với điện cực trần; thay vào đó, các điện cực có lớp phủ được sử dụng. Tuy nhiên, hầu hết kỹ thuật hàn hồ quang tự động hoặc bán tự động đều sử dụng điện cực là dây kim loại trần, liên tục. Phương pháp này đòi hỏi sự bảo vệ riêng và môi trường ổn định hồ quang. Các thiết bị điều khiển sự cung cấp điện cực tự động sẽ duy trì chiều dài hồ quang chính xác.

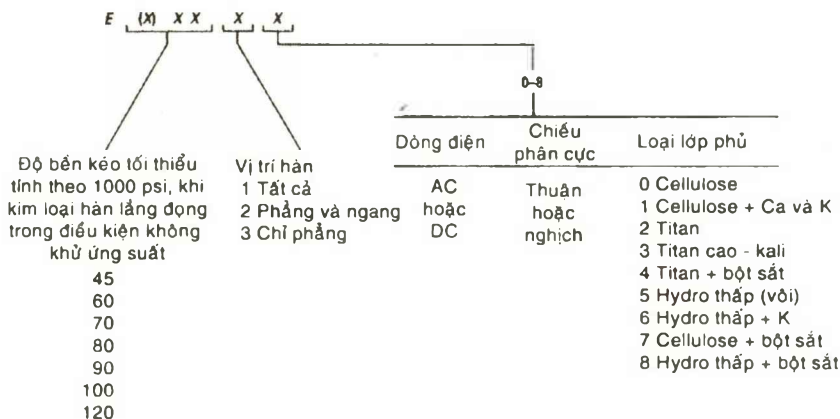
Có nhiều phương pháp hàn hồ quang kim loại sử dụng điện cực wolfram. Nguyên tố này không bị nóng chảy trong hồ quang, ngoại trừ sự bốc hơi tương đối chậm. Trong một số ứng dụng, cần sử dụng dây kim loại để cung cấp kim loại bổ sung cần thiết.

## HÀN HỒ QUANG KIM LOẠI ĐƯỢC BẢO VỆ

Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ (SMAW) sử dụng các điện cực kim loại, đường kính từ 1,59 đến 9,53 mm (1/16-3/8 inch). Lớp phủ điện cực có thành phần hóa học để bổ sung các đặc tính mong muốn, bao gồm tất cả hoặc một số đặc tính sau đây:

- Cung cấp khí quyển bảo vệ.
- Ổn định hồ quang.
- Đóng vai trò chất trợ dung để loại bỏ các tạp chất ra khỏi kim loại nóng chảy.
- Cung cấp xỉ bảo vệ để thu gom các tạp chất, ngăn sự oxy hóa, và làm chậm quá trình nguội của kim loại hàn.
- Giảm văng tóe kim loại hàn và tăng hiệu suất lắng đọng.
- Bổ sung các nguyên tố hợp kim.
- Tăng độ ngấu hồ quang.
- Ảnh hưởng đến hình dạng đường hàn.
- Bổ sung kim loại để lấp đầy mối ghép.

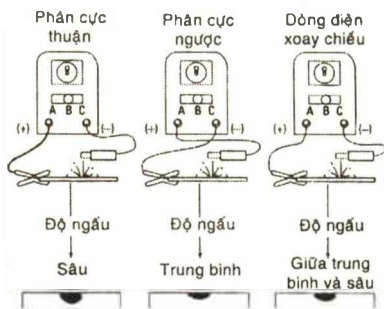
Về cơ bản, mọi phương pháp hàn hồ quang đều sử dụng mạch điện căn bản giống nhau. Ngày nay, tỷ lệ sử dụng dòng điện xoay chiều tương đương với dòng điện một chiều. Khi sử dụng dòng điện một chiều, nếu chi tiết đóng vai trò cực dương (anode) của mạch điện và điện cực là cực âm (-), hệ thống này được gọi là *phân cực*



Hình 5-2. Hệ thống ký hiệu điện cực hàn hồ quang.

*thuận*. Khi chi tiết là âm và điện cực là dương, sự phân cực bị *đảo ngược*. Điện cực trần giải phóng nhiệt nhiều hơn tại anode, nhưng các điện cực có lớp phủ sẽ làm thay đổi trạng thái nhiệt và được sử dụng với sự phân cực ngược.

Các điện cực có lớp phủ được phân loại trên cơ sở độ bền kéo của kim loại hàn lắng đọng, vị trí hàn, loại dòng điện và chiều phân cực (nếu sử dụng dòng điện một chiều), và loại lớp phủ. Hệ thống ký hiệu điện cực gồm bốn hoặc năm chữ số (Hình 5-2). Ví dụ, loại E7016 là điện cực thép hợp kim thấp, cung cấp chất lắng đọng có độ bền kéo tối thiểu 70.000 psi trong điều kiện không-khử-ứng suất. E7016 có lớp phủ hydro thấp, có thể sử dụng ở mọi vị trí hàn với dòng điện xoay chiều hoặc một chiều phân cực ngược (Hình 5-3).



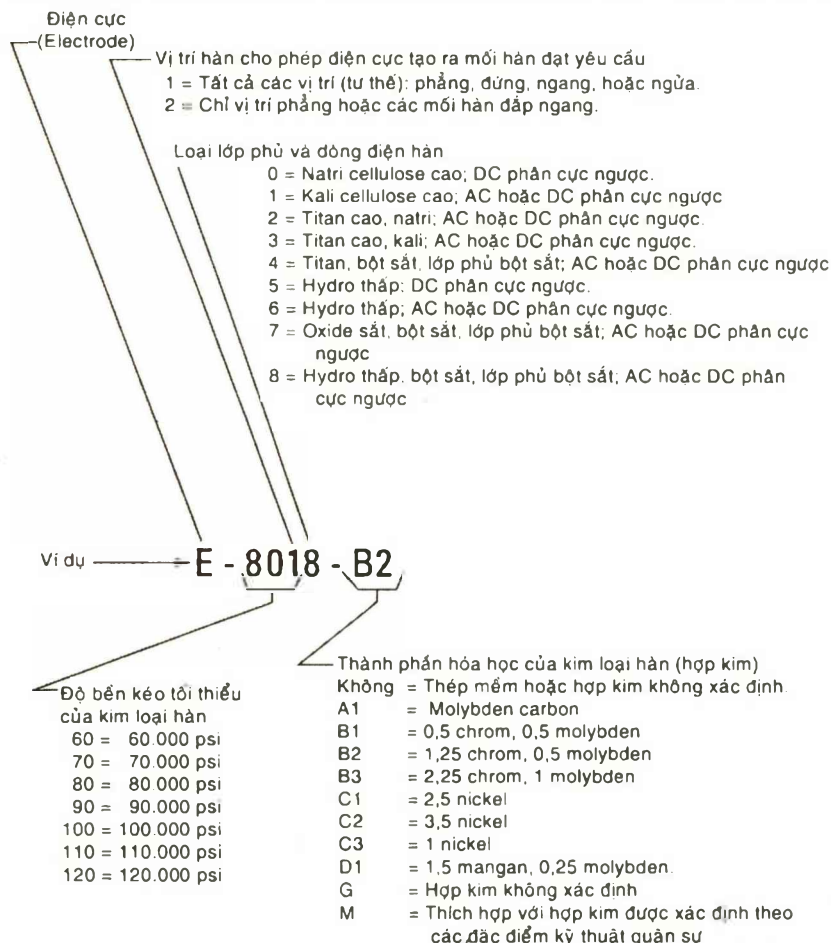
Hình 5-3. Chiều phân cực là một trong nhiều yếu tố điều khiển độ ngấu của kim loại lắng đọng.

Nói chung, lớp phủ cellulose chứa khoảng 50%  $\text{SiO}_2$ ; 10%  $\text{Ti}_2\text{O}$ ; các lượng nhỏ  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ , và  $\text{Na}_2\text{O}$ ; và khoảng 30% chất dễ bốc hơi. Lớp phủ titan có khoảng 30%  $\text{SiO}_2$ ; 50%  $\text{Ti}_2\text{O}$ ; các lượng nhỏ  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , và  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; và khoảng 5% vật liệu dễ bốc hơi. Lớp phủ hydro thấp thường chứa khoảng 28%  $\text{Ti}_2\text{O}$  cộng  $\text{ZrQ}_2$ , và 25%  $\text{CaO}$  cộng  $\text{MgO}$ . Chúng khử hydro hòa

tan trong kim loại lỏng đọng, ngăn cản sự rạn nứt li ti. Để sử dụng hiệu quả, cần sấy chúng ngay trước khi hàn để bảo đảm toàn bộ hơi ẩm bị loại ra khỏi lớp phủ.

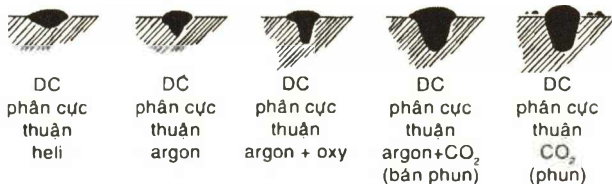
Tất cả các điện cực đều được đánh dấu bằng màu tiêu chuẩn do Hiệp Hội Các Nhà Sản Xuất Điện Hoa Kỳ thiết lập để giúp nhận diện chúng một cách dễ dàng. Xem Hình 5-4.

Khi nóng chảy và bốc hơi, lớp phủ trên điện cực tạo ra bầu khí quyển bảo vệ có tác dụng ổn định hồ quang, bảo vệ kim loại nóng và



Hình 5-4. Ký hiệu điện cực.

**Hình 5-5.** Độ ngẫu thay đổi theo loại khí bảo vệ, chiều phân cực, và cường độ dòng điện.



kim loại nóng chảy khỏi bị nhiễm bẩn. Các thành phần trợ dung kết hợp với các tạp chất trong kim loại nóng chảy và kéo chúng nổi lên bề mặt, tại đây, chúng kết dính với lớp xỉ phía trên mỗi hàn. Lớp xỉ này bảo vệ kim loại đang nguội dần không bị oxy hóa, đồng thời làm chậm tốc độ nguội để ngăn cản sự biến cứng. Sau khi mỗi hàn nguội, có thể đập vỡ xỉ để loại bỏ một cách dễ dàng. Hình 5-5 minh họa cách lắng đọng kim loại từ điện cực có lớp phủ.

Các điện cực có bột sắt trong lớp phủ được sử dụng rộng rãi, đặc biệt là trong sản xuất. Điện cực này giảm chi phí hàn bằng cách tăng đáng kể lượng kim loại có thể lắng đọng theo kích cỡ điện cực và cường độ dòng điện.

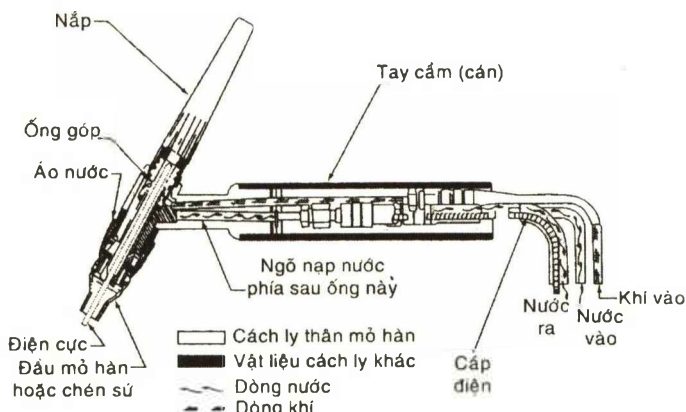
Một loại điện cực có lớp phủ cách điện nóng chảy đủ chậm để hơi dôi quá lồi kim loại đang nóng chảy, và nếu bị kéo lê dọc theo chi tiết, phần lớp phủ này sẽ duy trì chiều dài hồ quang chính xác. Các điện cực này được gọi là *điện cực tiếp xúc* hoặc *điện cực kéo lê*.

Mặc dù rất nhiều công việc hàn vẫn được thực hiện bằng điện cực có lớp phủ bình thường, nhưng trong những năm gần đây, nhiều phương pháp bảo vệ khác đã được áp dụng, chủ yếu là do chúng cho phép sử dụng điện cực liên tục và thiết bị cấp điện cực tự động.

## HÀN HỒ QUANG WOLFRAM KHÍ TRƠ

Hàn hồ quang wolfram khí trơ (GTAW) là một trong các cải tiến lớn đầu tiên không sử dụng điện cực có lớp phủ thông thường. Phương pháp này được phát triển vào thập niên 1940 để hàn các kim loại khó hàn. Vào thời đó, nhôm, magne, chrom, và các thép molybden đang được quan tâm, vì chúng có nhiều ứng dụng trong hàng không và các vật liệu chiến tranh khác. Khi mới phát triển để hàn magne, phương pháp GTAW sử dụng điện cực wolfram (tungsten) lắp trong loại kẹp đặc biệt. Đường kính điện cực wolfram thay đổi theo từng công việc. Khí trơ đi qua kẹp với lưu lượng đủ tạo thành khí quyển trơ bao quanh hồ quang và vũng kim loại nóng chảy, ngăn kim loại tiếp xúc với khí quyển. Hình 5-6 minh họa cấu tạo mỏ hàn GTAW.

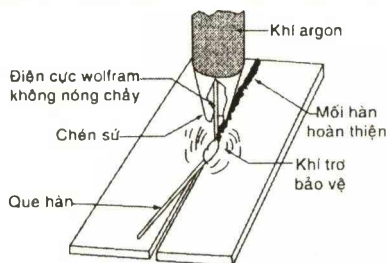
**Hình 5-6.**  
Mở hàn dùng trong phương pháp GTAW với điện cực kim loại không nóng chảy.



Phương pháp GTAW có thể hàn hầu hết kim loại và hợp kim:

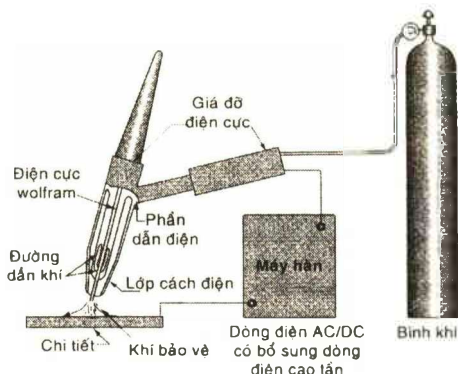
- Thép hợp kim.
- Thép carbon.
- Thép không rỉ.
- Hợp kim nhôm.
- Hợp kim beryli
- Hợp kim gốc đồng.
- Hợp kim gốc nickel.
- Titan.
- Hợp kim zirconium.

Phương pháp hàn hồ quang wolfram khí trợ tạo ra mối hàn chất lượng cao. Wolfram không nóng chảy, nhưng tạo ra hồ quang dưới dạng nguồn nhiệt sạch. Khi hồ quang đã hình thành, vung kim loại nền nóng chảy được bầu khí trợ bảo vệ; que hàn được nung chảy ở mép trước vung nóng chảy cùng với kim loại nền, sau đó nguội dần và tạo thành mối hàn liên tục.

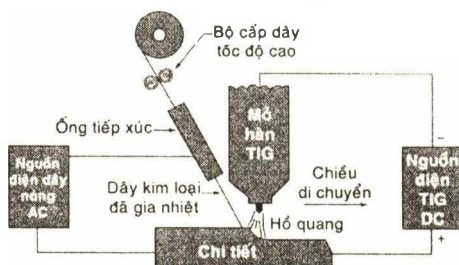


**Hình 5-6(a).** Nhiệt hàn được tạo ra bằng cách duy trì hồ quang giữa đầu thanh wolfram và kim

Thực hiện tất cả các quy trình hàn bằng tay hoặc tự động, bao gồm:



**Hình 5-6(b).** Trang thiết bị cần dùng cho phương pháp hàn hồ quang kim loại khí trơ.



**Hình 5-6(c).** Sơ đồ của phương pháp hàn dây nóng (GTAW)

dây. Do hiệu ứng  $I^2R$ , dây này nóng chảy khi được cấp vào vung hàn ngay phía sau hồ quang. Xem Định luật Ohm để có thông tin chi tiết về hiệu ứng này. Tốc độ lắng đọng nhanh gấp nhiều lần so với dây nguội, và có thể tăng thêm bằng cách đưa dây kim loại dao động qua lại khi thực hiện mỗi hàn rộng. Tuy nhiên, không thể sử dụng phương pháp dây nóng để hàn đồng hoặc nhôm, vì chúng vốn có điện trở thấp.

Như đã trình bày, hàn hồ quang wolfram khí trơ tạo ra các mối hàn rất sạch. Và do không sử dụng chất trợ dung, việc loại bỏ xỉ là không cần thiết. Các thợ hàn lành nghề thường tạo ra mối hàn rất khó nhìn thấy. Tuy nhiên, các bề mặt được hàn phải sạch sẽ, không có dầu, mỡ, sơn, hoặc rỉ sét, vì khí trơ không có tác dụng làm sạch hoặc trợ dung.

- Đường hàn liên tục.
- Mối hàn gián đoạn.
- Hàn chấm.

Argon, heli, hoặc hỗn hợp của chúng được sử dụng làm môi trường khí bảo vệ. Do điện cực wolfram không bị nóng chảy ở nhiệt độ hồ quang trong các khí trơ này, chiều dài hồ quang không thay đổi, hồ quang ổn định và dễ duy trì. Các điện cực wolfram thường được xử lý với thori hoặc zirconium để có khả năng tải dòng điện và đặc tính phóng thích điện tử tốt hơn. Dòng điện tần số cao, điện áp cao thường được chồng lên dòng điện hàn AC hoặc DC để khởi tạo và duy trì hồ quang dễ hơn.

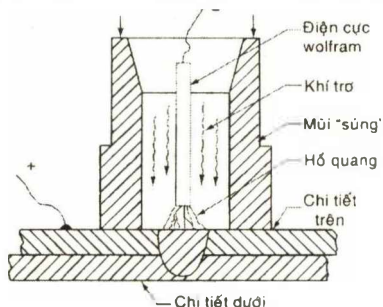
Khi cần bổ sung kim loại, dây kim loại mảnh, liên tục, được gia nhiệt bằng cách cho dòng điện truyền qua



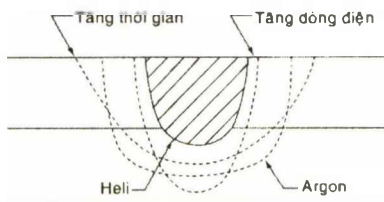
## Hàn chấm bằng hồ quang wolfram khí trơ

Một biến thể của phương pháp hàn hồ quang wolfram khí trơ được sử dụng để thực hiện các mối hàn chấm giữa hai miếng kim loại, không cần tiếp xúc với cả hai phía của mối hàn. Hình 5-7 minh họa phương pháp hàn chấm căn bản. Phương pháp này sử dụng súng hàn hồ quang wolfram khí trơ cải tiến, với mũi súng ép sát vào một trong hai chi tiết của mối ghép.

Các chi tiết này phải đủ cứng vững để chịu áp lực cần tác động vào một phía nhằm duy trì sự tiếp xúc tốt. Hồ quang giữa điện cực wolfram và chi tiết phía trên cung cấp nhiệt lượng cần thiết để thực hiện mối hàn, còn khí trơ (thường là argon hoặc heli) lưu thông qua mũi súng hàn và cung cấp khí quyển bảo vệ. Các bộ điều khiển tự động sẽ đưa điện cực đến tiếp xúc với chi tiết trong thời gian ngắn để khởi tạo hồ quang, sau đó rút lui và giữ điện cực ở khoảng cách chính xác để duy trì hồ quang. Thời gian duy trì hồ quang được điều chỉnh tự động sao cho hai chi tiết đủ nóng để tạo ra mối hàn chấm dưới áp lực của mũi súng hàn. Chiều sâu và kích thước chấm hàn được điều khiển bằng cường độ dòng điện, thời gian, và loại khí bảo vệ (Hình 5-8).



Hình 5-7. Sơ đồ thực hiện các mối hàn chấm bằng



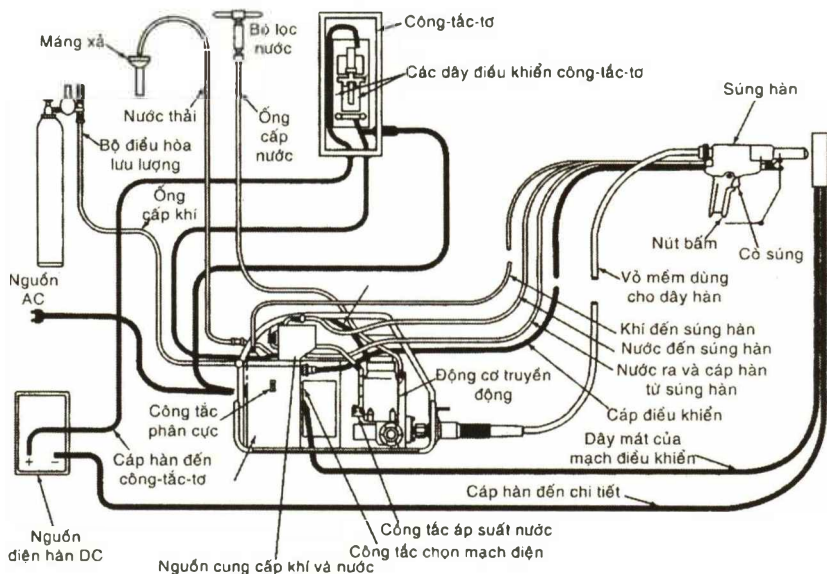
Hình 5-8. Ảnh hưởng của sự thay đổi dòng điện, thời gian, hoặc khí bảo vệ đối với hình dạng mối hàn chấm.

Do chỉ cần tiếp cận với một phía của mối ghép, phương pháp hàn chấm này thuận lợi hơn phương pháp hàn chấm điện trở trong một số ứng dụng, chẳng hạn, cố định tấm kim loại tương đối mỏng với khung lớn.

## Hàn hồ quang kim loại có khí bảo vệ

Phương pháp hàn hồ quang kim loại có khí bảo vệ (GMAW) là kết quả của sự phát triển phương pháp hàn hồ quang wolfram khí trơ, nhưng sử dụng dây điện cực nóng chảy được cấp tự động để duy trì





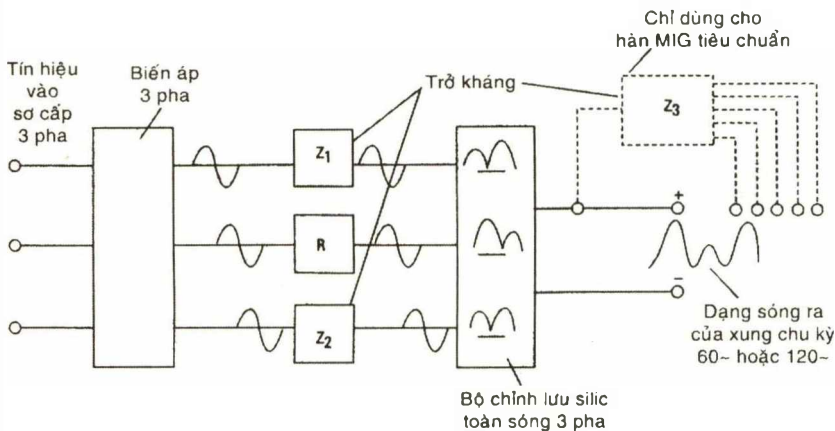
Hình 5-9. Sơ đồ mạch điện dùng cho phương pháp GMAW.

hồ quang giữa điện cực và chi tiết. Phương pháp này tự động cung cấp kim loại bổ sung, và trước đây được gọi là phương pháp hàn MIG (metal, inert gas - kim loại, khí trơ). Hình 5-9 minh họa trang thiết bị và mạch điện căn bản của phương pháp GMAW.

Mặc dù có thể sử dụng argon, helium, hoặc hỗn hợp của chúng, để hàn hầu hết các kim loại, nhưng chúng chủ yếu được sử dụng để hàn các kim loại màu (không chứa sắt). Đối với hàn thép, một ít  $O_2$  hoặc  $CO_2$  thường được bổ sung để cải thiện tính ổn định của hồ quang và giảm văng tóe. Khi hàn thép, có thể chỉ sử dụng  $CO_2$  để giảm chi phí, với điều kiện là dùng dây điện cực khử oxy.

Các khí bảo vệ có ảnh hưởng lớn đến cơ chế truyền kim loại từ điện cực sang chi tiết. Chúng cũng ảnh hưởng đến xu hướng cắt đứt. Nhưng nhiều thiết bị điều khiển điện tử có khả năng biến đổi dạng sóng dòng điện để thay đổi cơ chế truyền kim loại: kiểu cầu, kiểu phun, hoặc ngắn mạch. Sau đây là vài biến thể của phương pháp GMAW căn bản:

- Hàn hồ quang kiểu xung (GMAW-P).
- Hàn hồ quang ngắn mạch (GMAW-S).

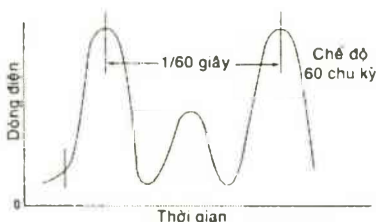


**Hình 5-10.** Sơ đồ khối của xung chu kỳ đối với phương pháp hàn MIG.

• Hàn phun (GMAW-ST).

Hàn hồ quang vùi (GMAW-B) là một biến thể khác, trong đó sử dụng khí giàu CO<sub>2</sub> và hồ quang được chôn vùi trong miệng lửa của chính nó. Hình 5-10 minh họa hệ thống tạo ra chuỗi xung dòng điện đỉnh để nung nóng điện cực đến sát nhiệt độ tạo thành giọt.

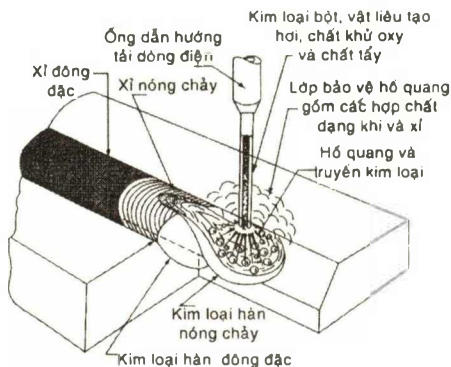
Hàn hồ quang kim loại có khí bảo vệ là phương pháp nhanh và kinh tế, do không cần thay điện cực thường xuyên như khi hàn với các điện cực dạng que. Ngoài ra, xỉ không hình thành trên mỗi hàn; có thể tự động hóa quy trình hàn; và nếu thực hiện bằng tay, đầu hàn tương đối nhẹ và gọn (Hình 5-11).



**Hình 5-11.** Các xung dòng điện đỉnh được dùng để điều khiển chế độ truyền kim loại kiểu cầu.

**HÀN HỒ QUANG LỖI TRỢ DUNG**

Phương pháp hàn hồ quang lõi trợ dung (FCAW) sử dụng dây điện cực liên tục; lõi rỗng của điện cực chứa chất trợ dung dạng hạt. Tác dụng bảo vệ bổ sung thường được cung cấp bằng dòng CO<sub>2</sub> nhỏ bao bọc vùng hồ quang. Do đó, phương pháp này thường được xem là một biến thể của phương pháp hàn hồ quang kim loại có khí bảo vệ. Hàn hồ quang lõi trợ dung chủ yếu được sử dụng để hàn thép. Sơ đồ căn bản được minh họa trên Hình 5-12. Do kích thước lớn,



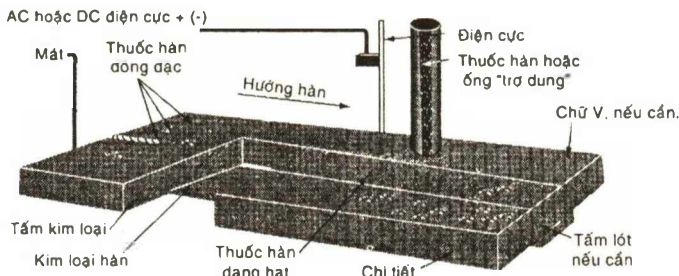
**Hình 5-12.** Quy trình hàn hồ quang lõi trợ dung (FCAW)

thiết bị hàn này khó di chuyển hoặc vận hành hơn so với thiết bị hàn GMAW thông thường. Tuy nhiên, phương pháp hàn hồ quang lõi trợ dung có thể tạo ra các mối hàn tuyệt vời.

## HÀN HỒ QUANG NGẦM

Trong phương pháp hàn hồ quang ngầm (SAW) (Hình 5-13), hồ quang được duy trì bên dưới chất trợ dung dạng hạt. Nguồn năng lượng có thể là dòng điện AC hoặc DC.

Chất trợ dung dạng hạt cung cấp sự bảo vệ tuyệt vời cho kim loại nóng chảy. Do vùng kim loại nóng chảy tương đối lớn, tác động trợ dung tốt xảy ra và loại bỏ các tạp chất. Phương pháp này tạo ra các mối hàn chất lượng rất cao. Một phần chất trợ dung bị nóng chảy và đông đặc thành lớp phủ giống như thủy tinh phía trên mối hàn. Cùng với chất trợ dung chưa nóng chảy, lớp phủ này tạo thành lớp bảo ôn làm chậm quá trình nguội của khu vực hàn, giúp tạo ra mối hàn mềm, dẻo. Trong quá trình nguội, chất trợ dung đặc bị nứt vỡ và không còn bám cứng vào mối hàn, rất dễ loại bỏ. Phần chất trợ dung chưa nóng chảy có thể thu hồi bằng máy hút bụi.



**Hình 5-13.** Các đặc điểm căn bản của phương pháp hàn hồ quang ngầm.

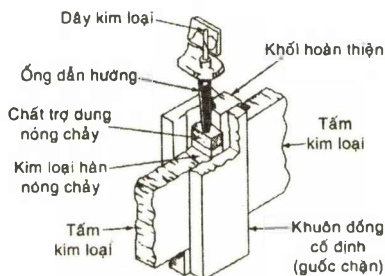
Phương pháp hàn hồ quang ngầm rất thích hợp với các mối hàn đầu mí phẳng hoặc hàn đắp. Thiết bị hàn hồ quang ngầm có nhiều loại: di động, công nghiệp, và thiết bị vận hành bằng tay. Trong thiết bị vận hành bằng tay, dây điện cực được cấp qua thiết bị dạng phễu chứa chất trợ dung và ống dẫn hướng điện cực. Chiều dài hồ quang được điều khiển tự động thông qua sự cung cấp dây điện cực. Thiết bị này rất thích hợp khi thực hiện các mối hàn ngắn hoặc đường hàn không thẳng trong trường hợp khối lượng hàn ít, không tương xứng với thời gian cần thiết để lắp đặt thiết bị thông thường.

Phương pháp hàn hồ quang ngầm có tốc độ hàn cao, có thể thực hiện mối hàn trên các tấm dày. Tốc độ hàn bình thường là 762 mm (30 inch) trên phút đối với tấm thép dày 25,4 mm (1 inch), hoặc 304,8 mm (12 inch) trên phút đối với tấm dày 38,1 mm (1,5 inch). Do yêu cầu ít đường hàn hơn so với hàn hồ quang bằng tay, khả năng xử lý bị mắc kẹt hoặc có các rỗ xốp trong mối hàn giảm, và mối hàn thường có chất lượng cao.

Các đầu hàn một điện cực là thông dụng nhất, nhưng có nhiều máy hàn sử dụng ba điện cực và vận hành với dòng điện xoay chiều 3-pha. Phương pháp hàn hồ quang ngầm được sử dụng rộng rãi để hàn khối lượng lớn, chẳng hạn, trong chế tạo tàu thủy, sản xuất các ống thép đường kính lớn hoặc bồn chứa.

Một biến thể của phương pháp căn bản này sử dụng bột sắt đặt trước vào khe hở giữa các tấm được hàn. Bột sắt cùng với dây lót được đặt vào khe hở trước chất trợ dung. Tương tự điện cực phủ bột sắt được dùng trong phương pháp SMAW, phương pháp bột sắt này cho phép tăng tốc độ lắng đọng kim loại một cách rõ rệt.

Cách bố trí trên Hình 5-14 cho phép thực hiện các mối hàn đứng bằng phương pháp hồ quang ngầm. Trong đó sử dụng khuôn cố định với hai vách bằng đồng và ống dẫn hướng dây điện cực. Ống dẫn hướng được phủ chất trợ dung sẽ nóng chảy khi đi vào vùng trợ dung, và thay thế chất trợ dung đồng đặc ở mặt trong vách đồng. Phương pháp này có thể tạo ra mối hàn chất lượng cao trên các tấm



**Hình 5-14.** Cách bố trí để thực hiện các mối hàn đứng bằng phương pháp hồ quang ngầm.

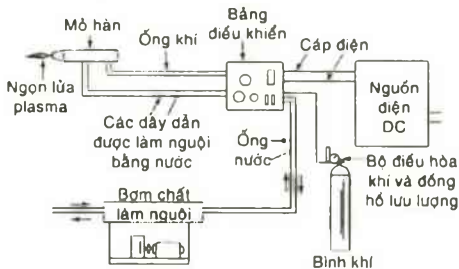
dày đến 102 mm (4 inch), nhưng với tấm dày hơn 51 mm (2 inch), phương pháp hàn điện xỉ thường kinh tế hơn.

## ƯU VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA PHƯƠNG PHÁP HÀN HỒ QUANG

Tính linh hoạt cao và quy trình đa dạng làm cho phương pháp hàn hồ quang rất hữu dụng và được sử dụng rộng rãi. Ngoại trừ phương pháp hàn chấm bằng hồ quang wolfram có khí bảo vệ, hàn chốt, và một số phương pháp hàn hồ quang ngầm, các phương pháp hàn hồ quang khác đều có một nhược điểm: chất lượng mối hàn phụ thuộc vào kỹ năng và tính cách của người thợ hàn.

## HÀN HỒ QUANG PLASMA

Hàn plasma là phương pháp hàn nhiệt độ rất cao, sử dụng hồ quang điện để cấp năng lượng cho chất khí trong không gian nhỏ, tạo ra tia plasma làm nóng chảy kim loại. Khí argon hoặc heli ion hóa được nung nóng bằng năng lượng rất cao để trạng thái vật lý của chúng chuyển thành plasma (được xem là dạng thứ tư của vật chất). Do không ổn định và có năng lượng lớn, khí plasma thoát ra khỏi lỗ



Hình 5-15. Hệ thống hàn plasma.

phun nhỏ và tạo thành tia plasma di chuyển với tốc độ âm thanh. Khi đập vào chi tiết, khí plasma trở về trạng thái ban đầu và giải phóng nhiệt năng đã tích trữ trong plasma, tạo ra nhiệt độ khoảng  $5000^{\circ}\text{F}$  đến  $60.000^{\circ}\text{F}$ , cao hơn nhiều so với khoảng nhiệt độ hàn thông thường  $6500^{\circ}\text{F}$ . Xem Hình 5-15.

## Mỏ hàn hồ quang plasma

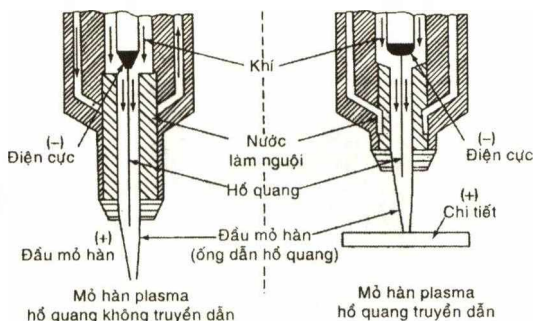
Mỏ hàn hồ quang plasma có hai loại (Hình 5-16):

- Loại truyền dẫn, dùng để hàn và cắt.
- Loại không truyền dẫn, dùng để hàn vật liệu không dẫn điện, tráng phủ kim loại, và tạo bề mặt cứng.

Các mỏ hàn hồ quang plasma có thể vận hành bằng tay hoặc tự động. Các hoạt động hàn tương tự hàn hồ quang wolfram khí trơ,



**Hình 5-16.** Hai loại hồ quang plasma: hồ quang không truyền dẫn dùng cho các vật liệu không dẫn điện và hồ quang truyền dẫn dùng để hàn và cắt kim loại



kể cả các mối hàn cạnh và mối hàn đầu mí. Tuy nhiên, lượng nhiệt năng bổ sung cho phép hàn lỗ khóa bằng phương pháp này.

### Hàn lỗ khóa

Hàn lỗ khóa được thực hiện bằng cách dùng plasma chọc lỗ xuyên qua kim loại đang được hàn. Các mép lỗ nóng chảy thành dạng lỏng chảy quanh mép lỗ và ngọn lửa plasma khi mở hàn di chuyển về phía trước. Kim loại lỏng này tích tụ ở cuối lỗ, tại đây, sức căng bề mặt làm chúng hòa vào nhau và tạo thành mối hàn. Kiểu hàn này thường được thực hiện với mối ghép đầu mí không vát cạnh trên:

- Thép carbon hoặc thép hợp kim thấp.
- Thép không gỉ.
- Titan.
- Đồng.
- Đồng thau.

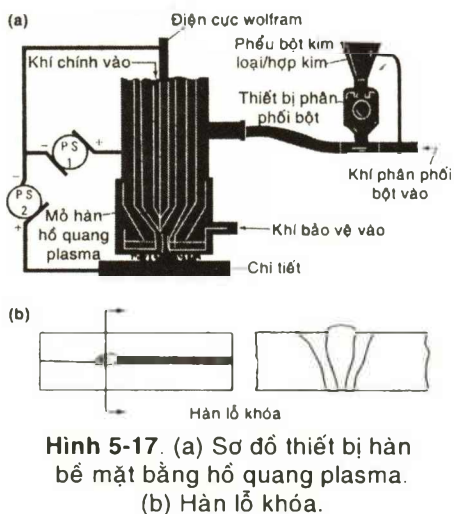
### Các ưu điểm của phương pháp hàn hồ quang plasma

- Tốc độ hàn cao hơn phương pháp hàn hồ quang wolfram khí trơ trong nhiều ứng dụng.
- Mối hàn sạch, không bị nhiễm wolfram.
- Không yêu cầu người thợ hàn phải có kỹ năng cao.
- Có khả năng tạo ra các sản phẩm với chi phí thấp.

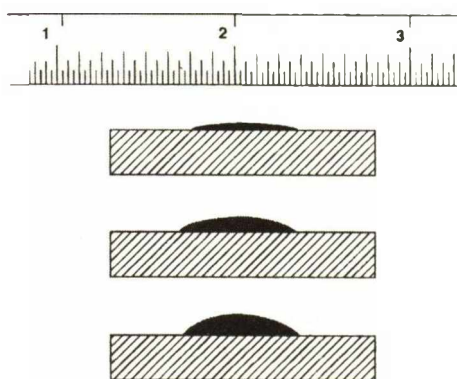
Hình 5-17 minh họa sơ đồ hàn hồ quang plasma.

### TRÁNG PHỦ BỀ MẶT BẰNG HỒ QUANG PLASMA

Tráng phủ bề mặt bằng phương pháp hàn hồ quang plasma là phủ lớp kim loại mỏng, cứng, chịu nhiệt, chịu thời tiết, và/hoặc chống



**Hình 5-17.** (a) Sơ đồ thiết bị hàn bề mặt bằng hồ quang plasma. (b) Hàn lỗ khóa.



**Hình 5-18.** Tráng phủ bề mặt cobalt bằng hồ quang plasma.

## CẮT VỚI HỒ QUANG PLASMA

Phương pháp cắt bằng hồ quang plasma được sử dụng để cắt nhiều loại kim loại với tốc độ cao (Hình 5-19):

- Kim loại màu.
- Thép không gỉ.

ăn mòn lên kim loại khác. Hồ quang plasma được sử dụng là loại không truyền dẫn, và bột kim loại/hợp kim được nung chảy trong dòng khí argon. Bột kim loại được đưa đến khoang bột và đặt vào dòng plasma bên dưới lỗ phun hồ quang trên để gia nhiệt và nóng chảy một phần, sau đó nóng chảy hoàn toàn thành vùng chất lỏng. Chất lỏng đông cứng sẽ gắn chặt với kim loại nền (Hình 5-18).

## Các ứng dụng của phương pháp tráng phủ bề mặt cứng

Phương pháp tráng phủ bề mặt cứng được ứng dụng trong nhiều trường hợp, chủ yếu là trong công nghiệp chế tạo. Sau đây là các ứng dụng của phương pháp này:

- Răng của máy đào rãnh.
- Mũi lưỡi cày.
- Mép lưỡi ủi của xe ủi đất.
- Cánh turbine.
- Cánh vít ép.
- Các vật bất kỳ cần có độ cứng để chống mài mòn.

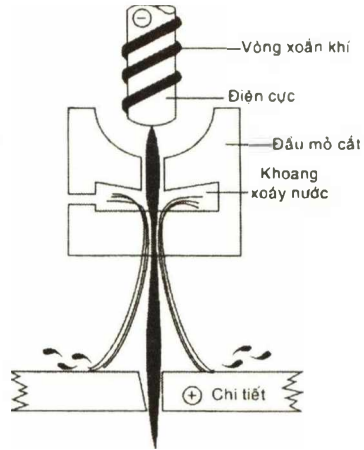


- Vật liệu chịu lửa.
- Các loại thép carbon.

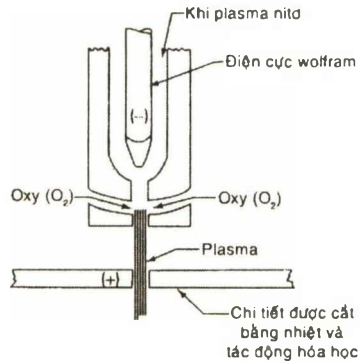
Phương pháp này có thể cắt thép carbon dày 2 inch nhanh gấp mười lần so với ngọn lửa oxyacetylene. Với tấm thép carbon dày 1/4 inch, tốc độ cắt có thể lên đến 200 inch/phút, chất lượng tương đương đường cắt bằng ngọn lửa oxyacetylene, xem Hình 5-20.

Trong môi trường hỗn hợp khí argon và hydro, hồ quang plasma có thể cắt thép không gỉ dày đến 2 inch. Hầu hết kim loại màu (không chứa sắt) được cắt với tốc độ rất nhanh. Hồ quang plasma có thể cắt nhôm dày đến 5 inch; với nhôm dày 1/4 inch, tốc độ cắt có thể lên đến 300 inch/phút.

Sự bổ sung tia oxy trong quá trình cắt bằng hồ quang plasma có thể làm tăng tác động cắt trên các thép, nhưng không gây ra sự ăn mòn cathode wolfram. Sự bổ sung oxy vào hệ thống cắt cho phép cắt thép nhanh hơn nhiều, tiết kiệm đáng kể chi phí cắt đối với các hợp đồng cắt khối lượng lớn. Vốn đầu tư thiết bị ban đầu cao, nhưng tốc độ cắt cho phép tiết kiệm chi phí theo tỷ lệ 3/1 so với cắt bằng oxyacetylene, nếu thực hiện các khối lượng cắt lớn.



**Hình 5-19.** Hồ quang plasma được thu hẹp bằng nước để tập trung tia plasma thành tia cắt nhỏ



**Hình 5-20.** Phương pháp plasma-oxy làm tăng tốc độ cắt thép carbon.

## Chương 6

# HÀN VẢY CỨNG VÀ HÀN THAU

Hàn vảy cứng, còn được gọi là hàn cứng, tương tự phương pháp hàn đồng đỏ (đồng thiếc). Đây là phương pháp liên kết các kim loại với nhau bằng đồng đỏ nóng chảy trên  $800^{\circ}\text{F}$ , nhưng không làm nóng chảy kim loại nền. Khe hở kim loại và đường hàn tương tự phương pháp hàn thép bằng ngọn lửa oxyacetylene, nhưng sử dụng lượng kim loại bổ sung nhiều hơn.

Khác với các phương pháp hàn khác, kỹ thuật hàn vảy cứng sử dụng kim loại màu nóng chảy trên  $450^{\circ}\text{C}$  ( $840^{\circ}\text{F}$ ) để lấp đầy mối ghép. Nhiệt độ này thấp hơn nhiệt độ solidus của các kim loại nền. Sự liên kết xảy ra giữa kim loại hàn và các kim loại nền, hoặc giữa các kim loại nền và hợp kim được tạo thành. Do kim loại nền không bị nóng chảy, lực hút mao dẫn đóng vai trò quan trọng trong sự phân phối kim loại hàn vào mối ghép.

### Một số đặc điểm quan trọng và yêu cầu của phương pháp hàn vảy cứng

- Nhiệt độ  $450^{\circ}\text{C}$  ( $840^{\circ}\text{F}$ ) được sử dụng làm mốc phân biệt phương pháp hàn vảy cứng với hàn vảy mềm.
- Do kim loại nền không bị nóng chảy, thành phần của kim loại hàn vảy cứng và của kim loại nền luôn luôn khác nhau.
- Để có lực hút mao dẫn, khe hở giữa các bộ phận nối ghép phải khá nhỏ.
- Để có lực hút mao dẫn hiệu quả, bề mặt kim loại nền phải sạch để kim loại hàn vảy cứng dễ thấm ướt chúng. Điều này thường yêu cầu sử dụng chất trợ dung, hoặc bầu khí trợ trong lò nung chân không.
- Sự nung nóng mối ghép được hàn vảy cứng đến nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của kim loại hàn có thể phá hủy tính nguyên vẹn của mối ghép, dù được làm nguội ngay sau đó.

### Các ưu điểm của phương pháp hàn vảy cứng

- Có thể liên kết hầu hết các kim loại; sự liên kết luôn luôn xảy ra giữa kim loại nền và kim loại hàn vảy khác loại.
- Yêu cầu gia nhiệt thấp hơn so với hàn nóng chảy.
- Nhanh chóng và kinh tế.
- Sử dụng nhiệt độ thấp.
- Ít bị biến dạng.

- Có thể liên kết các cụm chi tiết mỏng và phức tạp.
- Có thể cơ khí hóa nhiều công đoạn hàn vảy cứng.

Các ưu điểm này làm cho phương pháp hàn vảy cứng rất thích hợp với sự sản xuất hàng loạt và các cụm chi tiết phức tạp.

### **Nhược điểm của phương pháp hàn vảy cứng**

Nhược điểm của phương pháp hàn vảy cứng là sự gia nhiệt lại có thể vô tình làm kim loại hàn nóng chảy ra khỏi mối ghép, mối nối sẽ suy yếu hoặc bị phá hủy.

Điều này thường xảy ra khi gia nhiệt các bộ phận được hàn vảy cứng trên xe đạp hoặc xe mô tô để sửa chữa hoặc nắn thẳng. Mặc dù không nhìn thấy khuyết tật trên mối hàn vảy, nhưng có thể dẫn đến những hậu quả bất hạnh. Khi sử dụng phương pháp hàn vảy cứng cho các sản phẩm có thể chịu tải nặng, cần cung cấp lời cảnh báo cho người sử dụng sản phẩm đó.

### **BẢN CHẤT VÀ ĐỘ BỀN CỦA CÁC MỐI HÀN VẢY CỨNG**

Độ bền của mối hàn vảy cứng là do sự kết hợp kim loại hàn vảy và hợp kim của kim loại nền được tạo ra. Độ ngấm của kim loại hàn vảy độ nhớt thấp vào giữa các hạt của kim loại nền cũng làm tăng độ bền. Độ bền của mối ghép được hàn vảy cứng chính xác sẽ nằm giữa độ bền của kim loại nền và độ bền của kim loại hàn vảy. Tuy nhiên, độ bền của mối hàn cũng phụ thuộc vào khe hở giữa các chi tiết được hàn. Khe hở phải đủ rộng để kim loại hàn vảy cứng thấm ướt và chảy vào mối ghép. Vượt quá giá trị khe hở này, độ bền của mối hàn sẽ nhanh chóng giảm đến độ bền của kim loại hàn vảy. Giá trị khe hở thích hợp thay đổi nhiều, chủ yếu phụ thuộc vào loại kim loại hàn vảy. Đồng gần như không yêu cầu khe hở khi được gia nhiệt trong khí quyển hydro.

Trong phương pháp hàn vảy cứng, sự lấp ép nhẹ là thích hợp (khoảng 0,1 phần trăm trên đơn vị đường kính (0,001 inch/inch)). Đối với các hợp kim bạc, khe hở tuyệt đối chính xác là khoảng 0,04 đến 0,05 mm (0,0015 - 0,002 inch).

Khi dùng đồng thau 60-40 để hàn sắt và đồng, khe hở khoảng 0,52 đến 0,76 mm (0,02-0,03 inch) là thích hợp.

### **KIM LOẠI HÀN VẢY CỨNG**

Các kim loại hàn vảy cứng thông dụng nhất là:

- Đồng thau hàn vảy cứng.
- Đồng silic.
- Đồng phosphor.
- Bạc nickel.
- Các hợp kim nhôm.
- Các hợp kim bạc.
- Đồng đỏ mangan.

Bảng 6-1 liệt kê một số kim loại hàn vảy cứng thông dụng và các ứng dụng của chúng. Bảng 6-2 trình bày các cỡ đầu hàn và áp suất khí thông dụng nhất.

Đồng chỉ được sử dụng để hàn vảy cứng đối với thép và các hợp kim có nhiệt độ nóng chảy cao, chẳng hạn, thép gió và wolfram carbide. Công dụng của đồng rất hạn chế, hầu như chỉ được sử dụng với lò nung và bầu khí quyển hydro. Trong môi trường này đồng rất dễ chảy lỏng và không cần chất trợ dung.

**Bảng 6-1.** Các kim loại hàn vảy và công dụng của chúng

Kim loại hàn vảy cứng	Thành phần hóa học	Phương pháp hàn vảy cứng	Các kim loại nền
Đồng thau hàn vảy cứng	60%Cu, 40%Zn	Mỏ hàn hơi; lò nung; nhúng; phun	Thép, đồng, các hợp kim đồng cao, nickel, các hợp kim nickel, thép không rỉ.
Đồng đỏ mangan	58,5%Cu, 1%Sn, 1%Fe, 0,25% Mn, 39,5%Zn	Mỏ hàn hơi	Thép, đồng, các hợp kim đồng cao, nickel, các hợp kim nickel, thép không rỉ.
Bạc nickel	18%Ni, 55-65%Cu, 17-27%Zn	Mỏ hàn hơi, cảm ứng	Thép, nickel, các hợp kim nickel
Đồng silic	1,5%Si, 0,25%Mn, 98,25%Cu; 1,5%Si, 1,00%Zn, 97,5%Cu	Mỏ hàn hơi	Thép
Hợp kim bạc (không có phosphor)	5-80%Ag, 15-52%Cu, cân bằng Zn+Sn+Cd	Mỏ hàn hơi, lò nung, cảm ứng, điện trở, nhúng	Thép, đồng, các hợp kim đồng cao, nickel, các hợp kim nickel, thép không rỉ.
Hợp kim bạc (có phosphor)	15%Ag, 5%P, 80%Cu	Mỏ hàn hơi, lò nung, cảm ứng, điện trở, nhúng	Đồng, các hợp kim đồng
Đồng phosphor	93%Cu, 7%P	Mỏ hàn hơi, lò nung, cảm ứng, điện trở	Đồng, các hợp kim đồng

**Bảng 6-2.** Cơ đầu hàn và áp suất dùng cho hàn vảy cứng.

Chiều dày kim loại (inch)	Cơ đầu hàn (inch)	Kích thước que hàn vảy cứng (inch)	Áp suất oxy (psi)	Áp suất acetylene (psi)
1/32	1	1/16	5	5
3/64	2	1/16	5	5
1/16	3	1/16	5	5
3/32	4	3/32	5	5
1/8	5	3/32	5	5
3/16	6	3/32	6	6
1/4	7	1/8	7	7
5/16	8	5/32	8	8

Hàn vảy đồng được áp dụng rộng rãi trên thép carbon thấp, các bộ phận của máy tiện ren, và hệ thống ống, những sản phẩm được sản xuất hàng loạt. Các hợp kim đồng, ở dạng đồng thau trong “que hàn kềm”, là những vật liệu hàn vảy cứng đầu tiên. Ngày nay, công dụng phổ biến nhất của các hợp kim đồng trong hàn vảy cứng là:

- Sửa chữa các vật đúc bằng thép và sắt.
- Tobin và đồng mangan thường được dùng cho mục đích này.
- Đồng phosphor thường được dùng để hàn vảy cứng đối với đồng (không dùng trên các hợp kim có chứa sắt).
- Các hợp kim bạc thường được sử dụng để sản xuất các hợp kim đồng và nickel. Mặc dù các hợp kim này rất đắt, nhưng chỉ cần lượng nhỏ nên chi phí trên một mối hàn thấp.

Sil-Fos (hợp kim bạc-phosphor-đồng) có khả năng tự trợ dung trên đồng sạch và được sử dụng rộng rãi để hàn vật liệu này.

Các hợp kim bạc cũng được dùng để hàn vảy cứng đối với thép không rỉ. Tuy nhiên, do nhiệt độ hàn ở trong khoảng nhiệt độ kết tủa carbide, chỉ hàn vảy hợp kim bạc với các thép không rỉ đã khử ứng suất, nếu muốn duy trì khả năng chống ăn mòn của chúng.

Các hợp kim nhôm silic (6 đến 12% silic) được sử dụng để hàn vảy cứng đối với nhôm và các hợp kim nhôm. Do kim loại hàn vảy không khác biệt nhiều với kim loại nền, khả năng ăn mòn điện hóa được hạn chế. Tuy nhiên, do các hợp kim này nóng chảy ở khoảng 610<sup>0</sup>C (1130<sup>0</sup>F), trong khi nhiệt độ nóng chảy của hầu hết hợp kim nhôm được hàn vảy cứng (ví dụ, 3003) vào khoảng 669<sup>0</sup>C (1290<sup>0</sup>F), sự điều khiển nhiệt độ hàn là rất quan trọng. Do đó, khi hàn vảy

cứng đôi với nhôm, cần kiểm soát nhiệt độ nghiêm ngặt, sử dụng chất trợ dung chính xác, làm sạch bề mặt và/hoặc dùng môi trường chân không hoặc bầu khí quyển được kiểm soát để bảo đảm sự lưu động thỏa đáng của kim loại hàn và tránh tổn hại kim loại nền.

Một quy trình hàn vảy cứng thông dụng đối với nhôm là dùng các tấm có một hoặc cả hai mặt được tráng hợp kim hàn vảy cứng. Chiều dày của lớp tráng phủ khoảng 10% tổng chiều dày của tấm. Lớp phủ của các “tấm hàn vảy cứng này” đủ dày để tạo ra các môi hàn đắp thỏa đáng. Quá trình hàn được thực hiện bằng cách phủ chất trợ dung thích hợp lên khu vực môi ghép rồi gia nhiệt.

### Các chất trợ dung

Chất trợ dung đóng vai trò rất quan trọng trong phương pháp hàn vảy cứng, vì chúng:

1. Hòa tan các oxide trên bề mặt trước khi gia nhiệt.
2. Ngăn sự tạo thành các oxide trong quá trình gia nhiệt.
3. Giảm sức căng bề mặt của kim loại hàn nóng chảy, tạo điều kiện cho kim loại hàn chảy vào mối ghép.

Độ sạch là yếu tố chính ảnh hưởng đến chất lượng và sự đồng đều của các môi hàn vảy cứng. Mặc dù chất trợ dung hòa tan một ít oxide, nhưng chúng không phải là chất làm sạch. Trước khi sử dụng chất trợ dung, cần loại bỏ mọi chất bẩn ra khỏi các bề mặt dự định hàn vảy cứng, đặc biệt là dầu. Sử dụng chất trợ dung trước khi gia nhiệt hiệu quả hơn so với đưa vào trong khi gia nhiệt.

Có một thời borax là chất trợ dung hàn vảy cứng thông dụng. Chúng thường được dùng dưới dạng nóng chảy, vì nước trong borax bình thường sẽ sôi khi được tác dụng nhiệt. Có thể trộn cồn với borax nóng chảy để tạo thành dạng kem.

Hiện nay, nhiều chất trợ dung có thể giảm nhiệt độ nóng chảy xuống thấp hơn borax và loại trừ sự oxy hóa hiệu quả hơn. Các chất trợ dung phải được chọn theo kim loại nền. Chất trợ dung dạng kem thích hợp với quy trình hàn vảy cứng bằng lò nung, hàn cảm ứng, và hàn nhúng; còn các chất trợ dung dạng bột hoặc dạng kem được sử dụng với quy trình hàn vảy cứng bằng mỏ hàn hơi. Trong quy trình hàn vảy cứng bằng lò nung, hàn cảm ứng, và hàn nhúng, chất trợ dung thường được quét lên các bề mặt. Trong quy trình hàn vảy



cứng bằng mỏ hàn hơi, chất trợ dung được đưa vào mỗi hàn bằng cách nhúng đầu nung nóng của dây kim loại hàn vào chất trợ dung.

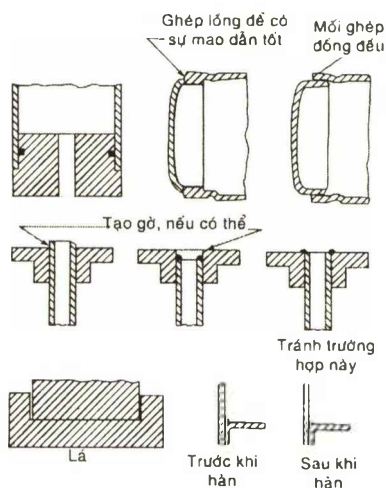
Chất trợ dung dùng cho nhôm thường là hỗn hợp của các muối halogen kim loại. Căn bản là kali chloride (15 đến 85%) cộng thêm các hoạt chất, chẳng hạn, các hợp chất fluoride hoặc lithi. Các chất trợ dung này không hòa tan màng oxide trên bề mặt nhôm.

Hầu hết các chất trợ dung hàn vảy cứng đều có tính ăn mòn, cần loại bỏ phần trợ dung dư ra khỏi chi tiết sau khi hoàn tất quá trình hàn. Điều này đặc biệt quan trọng đối với nhôm. Nhiều nỗ lực đã được thực hiện để phát triển quy trình hàn vảy cứng đối với nhôm không sử dụng chất trợ dung.

### Bổ sung kim loại hàn vảy cứng

Kim loại hàn vảy cứng được đưa vào mỗi ghép theo ba cách. Trong phương pháp xưa nhất, thường áp dụng trong phương pháp hàn vảy cứng bằng mỏ hàn hơi, kim loại hàn vảy cứng có dạng que hoặc dây. Sau khi mỗi ghép được nung nóng đến gần nhiệt độ nóng chảy của kim loại nền, dây hoặc que hàn vảy cứng được nung chảy bằng mỏ hàn hơi và chảy vào mỗi ghép dưới tác động của lực hút mao dẫn. Mặc dù kim loại nền đủ nóng để nung chảy kim loại hàn, bảo đảm kim loại hàn nóng chảy vào mỗi ghép, nhưng sự nóng chảy thực sự phải được thực hiện bằng mỏ hàn.

Tất nhiên, phương pháp này đòi hỏi nhiều công sức. Vì kim loại hàn vảy cứng luôn luôn được đưa vào từ bên ngoài, cần thận trọng để bảo đảm kim loại hàn chảy vào các góc ngách của mỗi ghép. Để tránh những khó khăn này, kim loại hàn vảy cứng thường được đưa vào mỗi ghép trước khi gia nhiệt dưới dạng dây hoặc miếng chêm. Trong trường hợp đó, các vòng hoặc miếng kim loại hàn vảy cứng được chèn vào các rãnh bên trong mỗi ghép trước khi lắp ráp các chi tiết (Hình 6-1). Khi sử



**Hình 6-1.** Sử dụng kim loại hàn vảy cứng dạng tấm hoặc dây để bảo đảm sự lưu thông trong mỗi ghép.



dụng phương pháp này, cần giữ chặt các chi tiết với nhau bằng cách lắp ép, tán rivê, hàn dính, hoặc sử dụng đồ gá để bảo đảm chúng được định vị chính xác. Đối với các mối ghép chịu tải trước này, sự thận trọng là cần thiết để bảo đảm kim loại hàn không bị kéo ra khỏi bề mặt dự định hàn, do tác động mao dẫn của bề mặt khác đang tiếp xúc với bề mặt này. Tác động mao dẫn luôn luôn kéo kim loại hàn nóng chảy vào khe hở nhỏ nhất, dù bạn có muốn hay không.

Một biện pháp phòng ngừa khác cần thực hiện để tránh tắc nghẽn dòng kim loại hàn, do thiếu khe hở cần thiết hoặc không có đường thoát không khí. Ngoài ra, các gờ hoặc rãnh trong mối ghép có thể đóng vai trò bình chứa và giữ chặt kim loại hàn.

Đồ gá hàn vảy cứng chuyên biệt thường được sử dụng để giữ các chi tiết ở vị trí chính xác trong quá trình nung nóng, đặc biệt là các tổ hợp chi tiết phức tạp. Khi sử dụng đồ gá, cần cung cấp các lò xo để bù cho sự giãn nở, đặc biệt là khi hàn nhiều kim loại khác nhau.

## **PHƯƠNG PHÁP GIA NHIỆT TRONG QUY TRÌNH HÀN VẢY CỨNG**

Nguồn nhiệt thông dụng trong phương pháp hàn vảy cứng là mỏ hàn hơi. Trong quy trình hàn vảy cứng bằng mỏ hàn hơi, có thể sử dụng ngọn lửa oxyacetylene, oxyhydro, hoặc các khí khác. Do tính linh hoạt và đơn giản, hầu hết hoạt động hàn vảy cứng sửa chữa đều dùng mỏ hàn hơi, nhưng phương pháp này cũng được áp dụng rộng rãi trong sản xuất. Nhược điểm chính của phương pháp hàn vảy cứng bằng mỏ hàn hơi là khó gia nhiệt đồng đều, khó điều khiển nhiệt độ chính xác, và yêu cầu công nhân lành nghề. Hàn vảy cứng sản xuất thường được thực hiện bằng mỏ hàn hơi có hình dạng đặc biệt để tăng tốc độ gia nhiệt và giảm yêu cầu kỹ năng.

Hàn vảy cứng khối lượng lớn được thực hiện trong các lò nung điều khiển khí quyển. Trong phương pháp này, kim loại hàn phải được nạp trước vào chi tiết. Nếu hình dạng chi tiết không cho phép lắp ráp các chi tiết ở vị trí chính xác với áp suất tương xứng, cần sử dụng đồ gá hàn vảy cứng. Nếu nghiên cứu kỹ, có thể thiết kế các cụm chi tiết định hàn vảy cứng để không cần đồ gá, chỉ lắp ép nhẹ.

Do có thể điều khiển nhiệt độ hàn và không yêu cầu công nhân lành nghề, phương pháp hàn vảy cứng bằng lò nung đặc biệt thích hợp cho sản xuất hàng loạt. Quá trình hàn có thể thực hiện với lò nung từng mẻ hoặc liên tục, nhưng với sự sản xuất hàng loạt, kiểu

lò liên tục thích hợp hơn. Hàn vảy cứng bằng lò nung rất kinh tế, nhất là khi không cần chất trợ dung, chẳng hạn, hàn các chi tiết thép với đồng.

Trong phương pháp hàn vảy cứng kiểu bể muối, các chi tiết được gia nhiệt bằng cách nhúng vào bể muối nóng chảy có nhiệt độ hơi cao hơn điểm nóng chảy của kim loại hàn. Phương pháp này có ba ưu điểm chính: (1) chi tiết nóng rất nhanh do toàn bộ chi tiết tiếp xúc với môi trường gia nhiệt, (2) bể muối đóng vai trò môi trường bảo vệ, ngăn cản sự oxy hóa, và (3) có thể gắn chi tiết mỏng với chi tiết dày một cách dễ dàng, không có nguy cơ bị quá nhiệt, vì nhiệt độ bể muối thấp hơn điểm nóng chảy của kim loại nền; ưu điểm thứ ba làm cho quy trình này rất thích hợp để hàn nhôm.

Điều quan trọng là các chi tiết dự định hàn nhúng trong bể muối phải được định vị chắc chắn bằng đồ gá hoặc phương tiện khác, và kim loại hàn vảy phải được đặt trước vào chi tiết. Ngoài ra, để bảo đảm bể muối duy trì nhiệt độ mong muốn, thể tích bể phải khá lớn, tùy theo trọng lượng và số lượng của các cụm chi tiết được hàn.

Trong phương pháp hàn vảy nhúng, các cụm chi tiết được nhúng chìm vào bể kim loại hàn nóng chảy. Do đó, bể hàn cung cấp cả nhiệt lượng cần thiết và kim loại hàn cho mối ghép. Do kim loại hàn thường bao phủ toàn bộ chi tiết, phương pháp này gây lãng phí kim loại hàn và chủ yếu được áp dụng cho các chi tiết nhỏ.

Phương pháp hàn vảy cứng cảm ứng sử dụng dòng điện cảm ứng tần số cao để gia nhiệt. Sau đây là các ưu điểm làm cho phương pháp này trở nên phổ biến.

- Quá trình gia nhiệt rất nhanh, thường chỉ cần vài giây để hoàn tất một chu kỳ.
- Dễ tự động hóa bán phần, do đó, có thể sử dụng công nhân có tay nghề trung bình.
- Do hình dạng của các cuộn dây gia nhiệt và thời gian gia nhiệt ngắn, có thể giới hạn sự gia nhiệt trong khu vực mối ghép. Điều này giúp hạn chế rỉ sét, đổi màu, và biến dạng.
- Dễ thu được các kết quả đồng nhất.
- Bằng cách chế tạo các cuộn dây gia nhiệt mới và tương đối đơn giản, một thiết bị có thể thực hiện nhiều loại công việc.

Hiện có nhiều thiết bị cung cấp điện tần số cao dưới dạng công suất lớn và nhỏ với giá cả vừa phải. Bộ phận khác biệt duy nhất,

cần thiết để tương thích quy trình hàn cảm ứng với công việc cụ thể, là cuộn dây gia nhiệt lắp quanh mỗi ghép để cấp nhiệt cho khu vực mong muốn. Các cuộn dây này được định hình theo hệ thống ống đồng dẫn nước làm nguội. Mặc dù có thể bổ sung kim loại vào mỗi ghép bằng tay sau khi gia nhiệt, nhưng trên thực tế, kim loại hàn thường được nạp trước vào mỗi ghép để tăng tốc độ hàn và thu được các mối hàn đồng đều.

Phương pháp hàn vảy cứng cảm ứng có tốc độ nhanh, thường được sử dụng để hàn các chi tiết có độ bóng bề mặt cao, không ảnh hưởng đến trạng thái hoàn thiện của chi tiết.

Một số phương pháp hàn vảy cứng điện trở được thực hiện bằng cách giữ các chi tiết giữa hai điện cực và cho dòng điện truyền qua chúng, tương tự hàn chấu. Tuy nhiên, khác với phương pháp hàn chấu, hầu hết điện trở đều do điện cực carbon hoặc graphite cung cấp. Do đó, hầu hết quá trình gia nhiệt kim loại là do sự truyền dẫn từ các điện cực nóng. Quy trình này chủ yếu được sử dụng trong công nghiệp chế tạo thiết bị điện để hàn vảy cứng đối với các vật dẫn, đầu nối cáp,... Các máy hàn điện trở thông thường và thiết bị định giờ của chúng thường được sửa đổi cho phù hợp với phương pháp hàn vảy cứng điện trở.

## **LOẠI BỎ CHẤT TRỢ DUNG**

Mặc dù không phải tất cả, nhưng hầu hết chất trợ dung hàn vảy cứng đều có tính ăn mòn. Do đó, cần loại bỏ toàn bộ chất trợ dung còn dư. Phần lớn các chất trợ dung thông dụng đều hòa tan trong nước nóng và có thể loại bỏ một cách dễ dàng. Trong hầu hết các trường hợp, nhúng chìm trong bể nước nóng vài phút sẽ cho kết quả thỏa đáng, với điều kiện nước phải nóng. Thông thường, loại bỏ chất trợ dung dư khi chúng còn nóng sẽ hiệu quả hơn. Phun cát cũng là cách loại bỏ chất trợ dung hiệu quả, nhưng không thể sử dụng nếu cần duy trì độ bóng bề mặt. Biện pháp xử lý mạnh như thế ít khi cần thiết.

## **HÀN VẢY CỨNG KHÔNG CÓ CHẤT TRỢ DUNG**

Cả công đoạn tác dụng chất trợ dung và loại bỏ phần trợ dung dư đều làm tăng chi phí đáng kể, đặc biệt là với các cụm chi tiết và mối ghép phức tạp. Do đó, nhiều công sức đã được đầu tư để phát triển các quy trình không cần chất trợ dung, đặc biệt là hàn vảy

cứng đối với nhôm, vì kim loại này có các ưu điểm nổi bật. Nhôm có trọng lượng nhẹ và dẫn nhiệt tốt, rất thích hợp với các ứng dụng truyền nhiệt mà sự giảm trọng lượng có ý nghĩa quan trọng, chẳng hạn, bộ tản nhiệt của xe hơi.

Hàn vảy cứng đối với nhôm rất phức tạp, vì nhôm có màng oxide chịu nhiệt trên bề mặt, nhiệt độ nóng chảy thấp, và thế điện hóa cao. Tuy nhiên, có thể hàn vảy cứng đối với nhôm không dùng chất trợ dung bằng cách sử dụng kỹ thuật nung chân không khá phức tạp, với độ chân không đến 0,0013 Pa ( $1 \times 10^{-5}$  torr). Thông thường, kim loại *háo khí* được sử dụng để hấp thụ lượng nhỏ oxy, nitơ, và các khí khác còn lại trong chân không hoặc phát sinh từ nhôm được hàn vảy cứng. Nhôm phải được tẩy dầu mỡ thật cẩn thận trước khi hàn, và kiểu mối ghép có vai trò khá quan trọng. Các mối ghép chữ V thường cho kết quả tốt nhất.

Phương pháp hàn vảy cứng cảm ứng không có chất trợ dung đối với nhôm trong không khí đã thu được một số thành công. Các cuộn dây gia nhiệt cảm ứng được thiết kế để kẹp các chi tiết với nhau, và sử dụng kim loại hàn vảy chứa khoảng 7% silic và 2,5% magne. Hơi magne phát ra sẽ làm giảm một phần oxide trên bề mặt nhôm, cho phép kim loại hàn lưu thông và bao phủ bề mặt nhôm.

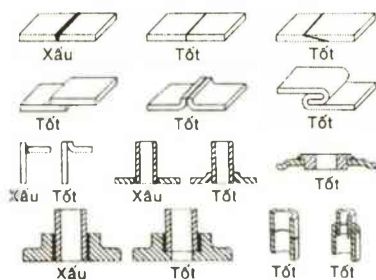
## THIẾT KẾ MỐI GHÉP HÀN VẢY

Mối ghép được hàn vảy cứng có ba kiểu:

- Đầu mí.
- Vát cạnh.
- Chông mí.

Hình 6-2 minh họa các kiểu mối ghép và một số ví dụ về các thiết kế tốt và không tốt.

Độ bền của mối hàn vảy cứng hơi thấp hơn độ bền của kim loại nền, do đó, để có độ bền mong muốn, diện tích mối ghép phải tương xứng. Điều này có nghĩa là kiểu ghép chông mí sẽ cho độ bền lớn nhất. Nếu thực hiện mối ghép thật cẩn thận, kiểu ghép chông mí



**Hình 6-2.** Kiểu mối ghép tốt và không tốt trong phương pháp hàn vảy cứng.

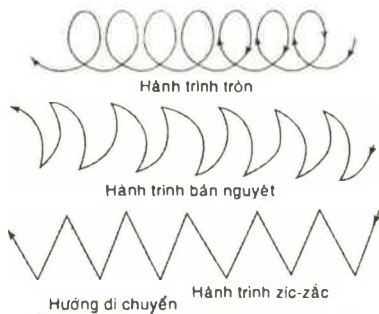
với mức chồng phủ bằng 1 hoặc 1,25 lần chiều dày kim loại có thể cung cấp độ bền tương đương độ bền của kim loại nền. Tuy nhiên, đối với các mối ghép trong sản xuất, tốt nhất nên chồng mí bằng ba lần chiều dày vật liệu. Tính dẫn điện thường không thay đổi khi mức chồng mí bằng khoảng 1,5 lần chiều dày vật liệu.

Nếu muốn mỗi ghép có độ bền tối đa, cần tác động áp suất lên các chi tiết trong quá trình gia nhiệt cho đến khi kim loại hàn vảy cứng đủ nguội để giữ được gần như toàn bộ độ bền của chúng. Trong nhiều trường hợp, có thể thu được áp suất cần thiết qua cách chọn lựa và thiết kế mỗi ghép phù hợp.

Khi thiết kế mỗi ghép để hàn vảy cứng, cần bảo đảm các khí không thể bị mắc kẹt trong mỗi ghép. Các khí bị mắc kẹt có thể ngăn kim loại hàn vảy lưu thông qua toàn bộ mối ghép, vì áp suất khí tăng trong quá trình gia nhiệt.

### PHƯƠNG PHÁP HÀN THAU

Khác với hàn vảy cứng, phương pháp hàn thau không sử dụng lực hút mao dẫn để phân phối kim loại hàn – kim loại hàn nóng chảy sẽ lắng đọng nhờ trọng lực. Do yêu cầu nhiệt độ tương đối thấp, nguy cơ biến dạng ít hơn so với hàn hơi. Hàn thau rất hiệu quả khi sửa chữa các chi tiết thép, vật đúc có chứa sắt, và hầu như được dành riêng cho loại công việc này. Tất nhiên, độ bền của mỗi hàn sẽ phụ thuộc vào kim loại hàn, và sử dụng lượng kim loại hàn đáng kể nếu muốn giữ nguyên độ bền của các chi tiết được sửa chữa.



**Hình 6-3.** Các phương pháp di chuyển mỏ hàn để duy trì sự lưu thông kim loại hàn và gia nhiệt kim loại nền một cách đồng đều.

Hầu hết các quá trình hàn thau đều được thực hiện với mỏ hàn oxyacetylene. Các bề mặt phải được tráng một lớp mỏng kim loại hàn trước khi bổ sung kim loại lấp đầy mỗi ghép.

Hình 6-3 minh họa các hành trình được sử dụng để nung nóng kim loại nền bằng mỏ hàn hơi. Phương pháp này có thể tạo ra mối hàn tốt, do cả hai chi tiết được gia nhiệt đồng đều.

## Chương 7

# HÀN VỎY MỀM

*Hàn vảy mềm* là phương pháp liên kết nhiệt độ thấp, được sử dụng để gắn hai bề mặt kim loại với nhau nhưng không làm nóng chảy chúng. Kim loại không chứa sắt, được gọi là *kim loại hàn* hoặc *chất hàn mềm*, được bổ sung vào mối ghép. Kim loại hàn nóng chảy ở nhiệt độ dưới 800<sup>0</sup>F, chảy vào và dọc theo bề mặt mối ghép nhờ tác động mao dẫn. Phương pháp này được gọi là *hàn vảy mềm* để phân biệt với phương pháp *hàn vảy cứng* (đôi khi được gọi là *hàn bạc*).

## CÁC ỨNG DỤNG CỦA PHƯƠNG PHÁP HÀN VỎY MỀM

Phương pháp hàn vảy mềm có thể liên kết hầu hết các kim loại trong nhiều ứng dụng (Bảng 7-1). Ví dụ, trong công nghiệp điện tử, phương pháp này được sử dụng rộng rãi do chúng yêu cầu nhiệt độ thấp, ít có khả năng làm hư các chất bán dẫn và linh kiện tương tự. Hàn vảy mềm cũng thông dụng trong HVAC (sưởi, thông gió, và điều hòa không khí) hoặc nghề hàn chì để bít kín nhiều loại ống.

Các quy trình hàn vảy mềm bao gồm: hàn nhúng, hàn điện trở, hàn sóng, hàn hồng ngoại, hàn bằng lò nung, hàn bằng mỏ hàn điện (chì), và hàn bằng mỏ hàn hơi. Chương này sẽ trình bày hai phương pháp hàn vảy mềm bằng tay thông dụng: hàn bằng mỏ hàn chì và hàn bằng mỏ hàn hơi.

## Ưu điểm của phương pháp hàn vảy mềm

- Độc lập và cơ động.
- Dễ học.
- Chi phí đầu tư trang thiết bị thấp.
- Có thể hàn hầu hết các kim loại.
- Nhiệt độ thấp hạn chế tối đa khả năng hư hỏng linh kiện được hàn.
- Lắp ráp nhanh chóng.
- Sửa chữa các lỗi một cách dễ dàng.
- Ít hoặc không yêu cầu đánh bóng.

## Nhược điểm của phương pháp hàn chì

- Mối hàn có độ bền thấp.
- Màu của hợp kim hàn và của kim loại nền có thể không tương hợp.



**Bảng 7-1.** Tính hàn tương đối của một số kim loại, hợp kim, và lớp phủ thông dụng.

<b>Kim loại nền, hợp kim, hoặc lớp phủ</b>	<b>Có thể hàn vảy mềm</b>	<b>Không nên hàn vảy mềm</b>	<b>Kim loại nền, hợp kim, hoặc lớp phủ</b>	<b>Có thể hàn vảy mềm</b>	<b>Không nên hàn vảy mềm</b>
Nhôm	X		Nickel	X	
Nhôm-đồng đỏ	X		Nichrome	X	
Beryli		X	Palladi	X	
Đồng thau	X		Platin	X	
Cadmi	X		Rhodi	X	
Gang	X		Bạc	X	
Chrom		X	Thép không rỉ	X	
Đồng	X		Thép	X	
Đồng-chrom	X		Thiếc	X	
Đồng-nickel	X		Thiếc-đồng đỏ	X	
Đồng-silic	X		Thiếc-chì	X	
Vàng	X		Thiếc-nickel	X	
Inconel	X		Thiếc-kẽm	X	
Chì	X		Titan		X
Magne	X		Kẽm	X	
Mangan-đồng đỏ		X	Kẽm đúc áp lực	X	
Monel	X				

## THIẾT BỊ HÀN VẢY MỀM

Mỗi hàn vảy mềm có thể thực hiện bằng tay với mỏ hàn hơi hoặc mỏ hàn điện. Trên Bảng 7-2 là một số loại thiết bị hàn thông dụng.

## CHẤT HÀN VẢY MỀM

Chất hàn vảy mềm là các hợp kim không chứa sắt dùng để liên kết các bề mặt kim loại. Các kim loại hàn vảy mềm được chế tạo bằng nhiều hợp kim dễ nóng chảy. Chúng có nhiều loại khác nhau và loại được sử dụng phụ thuộc vào thành phần cấu tạo của các kim loại được hàn. Phương pháp hàn vảy mềm không thể áp dụng trên mọi kim loại và hợp kim (Bảng 7-1). Các chất không thể hàn vảy mềm là titan, chrom, magne-đồng đỏ sức căng cao, beryli, cobalt, và silic.

### Phân loại chất hàn vảy mềm

Một số phân loại chất hàn vảy mềm dựa trên tiêu chuẩn B32-58T của ASTM (Hiệp hội Kiểm tra và Vật liệu Hoa Kỳ). Mỗi loại được ký hiệu theo hàm lượng bạc có trong hợp kim hàn. Ví dụ, 2.5S là ký



**Bảng 7-2. Thiết bị hàn vảy mềm bằng tay.**

Loại	Chú thích
Mỏ hàn hơi	Mỏ hàn oxy-khí thiên nhiên sử dụng oxy và khí thiên nhiên hoặc propane
	Không sử dụng acetylene, vì ngọn lửa acetylene thường quá nóng đối với phương pháp hàn vảy mềm.
	Kích cỡ đầu hàn dùng để hàn vảy mềm phụ thuộc vào chiều dày của kim loại nền. Các đầu mỏ hàn này thường được thiết kế cho phù hợp với các loại công việc khác nhau, chẳng hạn, gia nhiệt hoặc hàn vảy bạc.
Bút hàn	Các mỏ hàn vảy mềm có nhiều kích cỡ, từ loại nhỏ, trọng lượng nhẹ, đến các loại lớn, công suất cao dùng trong các nhà máy công nghiệp.
	Các mỏ hàn vảy mềm được nung nóng bên trong hoặc bên ngoài. Sự nung nóng bên ngoài thường được thực hiện trong lò khí đốt hoặc phương tiện khác. Phương pháp nung nóng bên trong có thể thực hiện bằng khí đốt hoặc điện, trong đó nung nóng bằng điện là phổ biến nhất.
	Tên này là do thiết bị hàn có hình dạng tương tự cây bút chì.
Riu hàn	Loại thông dụng nhất trong quy trình hàn mềm không dùng mỏ hàn hơi.
	Có nhiều kích cỡ khác nhau.
	Cho phép hàn trong các khu vực khó tiếp cận.
Súng hàn	Có nhiều mũi khác nhau
	Có thể hoán đổi các bộ phận để sử dụng với khoảng dòng điện rộng.
Dụng cụ xả mồi hàn	Dụng cụ gia nhiệt nhanh
	Sử dụng để sửa chữa hoặc thực hiện các mối hàn gián đoạn
Giá mỏ hàn	Được thiết kế để loại bỏ kim loại hàn bằng cách nung chảy và hút kim loại hàn ra khỏi mối ghép.
	Các đầu dụng cụ này có khả năng chịu nhiệt và có thể thay thế.
	Các lỗ trên đầu dụng cụ xả mồi hàn có nhiều kích cỡ khác nhau.
Giá mỏ hàn	Được thiết kế để giữ mỏ hàn một cách an toàn khi ngưng sử dụng.

hiệu hợp kim hàn chứa 97,5% chì và 2,3-2,7% bạc (mặc dù mức quy định là 2,5%). Các hợp kim này được gọi là hợp kim hàn chì - bạc.

Cách phân loại thông dụng nhất là căn cứ vào hàm lượng thiếc (ví dụ, hợp kim hàn 5A chứa 5% thiếc và 95% chì). Có ba mẫu tự (A, B, và C) được bổ sung vào sau giá trị số để biểu thị hàm lượng antimon. Các mẫu tự này có ý nghĩa như sau:

- A: Hàm lượng antimon tối đa cho phép là 0,12% đối với các hợp kim hàn chứa 35% thiếc trở lên.
- B: Hàm lượng antimon tối đa cho phép là 0,5% đối với các hợp kim hàn chứa 35% thiếc trở lên.
- C: Hàm lượng antimon không được vượt quá 6% hàm lượng

thiếc trong các hợp kim hàn thiếc - antimon (những chất này chứa 20 đến 40% thiếc và hàm lượng antimon tương ứng).

Như vậy, hợp kim hàn 40A sẽ gồm 40% thiếc, 60% chì, và tối đa 0,12% antimon. Hàm lượng đã cho đối với thiếc là hàm lượng *đề nghị*; hàm lượng đối với chì là hàm lượng *danh nghĩa*. Các giá trị này sẽ dao động chút ít. Hợp kim hàn 40B sẽ chứa 40% thiếc, 60% chì, và tối đa 0,5% antimon. Hợp kim hàn 40C sẽ chứa 40% thiếc, 58% chì, và tối đa 2,4% antimon (6% của hàm lượng thiếc).

### Các loại hợp kim hàn vảy mềm

Các hợp kim được đưa vào chất hàn vảy mềm để tạo ra các kim loại bổ sung có những tính chất cần thiết. Ví dụ, antimon làm tăng độ bền (trong các điều kiện xác định) và tăng tính dẫn điện. Bạc được bổ sung vào chì để cải thiện tính thấm ướt, đặc biệt là trên đồng hoặc thép. Các tổ hợp cadmi, bạc, và thiếc tạo ra hợp kim hàn đặc biệt thích hợp để hàn nhôm hoặc các kim loại khác nhau.

Các hợp kim hàn vảy mềm có thể được chia thành nhiều nhóm theo thành phần cấu tạo của chúng. Nhóm lớn nhất và thông dụng nhất là các hợp kim thiếc - chì. Xem các Bảng 7-3 đến 7-13.

### Chú ý

Hợp kim hàn vảy mềm chứa quá nhiều chì sẽ làm yếu mối hàn, vì chì không truyền theo đồng thụ. Hợp kim chứa quá nhiều thiếc sẽ tạo ra mối hàn giòn.

**Bảng 7-3.** Các hợp kim hàn vảy mềm thiếc-chì.

Loại hợp kim theo ASTM	Thiếc (%)	Chì (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
5A	5	95	518	594	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Các hợp kim 60-40 (60% thiếc, 40% chì) và 50-50 (50% thiếc, 50% chì) là hợp kim hàn vảy mềm đa năng, rất dễ sử dụng, kể cả người mới học hàn.</li> <li>◆ Hợp kim thiếc-chì bền nhất là hợp kim chứa 42% thiếc và 58% chì (hợp kim hàn 42-58).</li> <li>◆ Các hợp kim hàn có hàm lượng thiếc tối đa khoảng 30% trở xuống rất khó sử dụng, ngay cả với thợ hàn có kinh nghiệm.</li> </ul>
10A	10	90	514	573	
15A	15	85	361	535	
20A	20	80	361	533	
25A	25	75	361	511	
30A	30	70	361	491	
35A	35	65	361	477	
40A	40	60	361	460	
45A	45	55	361	441	
50A	50	50	361	421	
60A	60	40	361	374	
70A	70	30	361	378	

**Bảng 7-4.** Các hợp kim hàn vảy mềm thiếc-antimon-chì.

Loại hợp kim theo ASTM	Sn (%)	Pb (%)	Sb (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) ( <sup>0</sup> F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) ( <sup>0</sup> F)	Chú thích
20C	20	80		361	533	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Antimon có tác dụng tăng độ bền của hợp kim hàn.</li> <li>◆ Khó sử dụng hơn các hợp kim thiếc-chì.</li> <li>◆ Không thể dùng để hàn nhôm, tấm tráng kẽm, hoặc kim loại chứa kẽm.</li> </ul>
25C	25	75		361	511	
30C	30	70		361	491	
35C	35	65		361	477	

**Bảng 7-5.** Các hợp kim hàn vảy mềm thiếc-antimon.

Loại hợp kim theo ASTM	Sn (%)	Sb (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) ( <sup>0</sup> F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) ( <sup>0</sup> F)	Chú thích
95TA	95	5	452	464	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Hợp kim hàn độ bền cao</li> <li>◆ Khó sử dụng đối với vị trí hàn đứng, do khoảng dẻo rất hẹp</li> <li>◆ Có thể sử dụng cho các thiết bị chế biến thực phẩm, vì không chứa chì</li> </ul>

**Bảng 7-6.** Hợp kim hàn vảy mềm thiếc-bạc.

Loại hợp kim theo ASTM	Sn (%)	Ag (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) ( <sup>0</sup> F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) ( <sup>0</sup> F)	Chú thích
96 5Ts	95,5	3,5	430	430	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Không phù hợp với mối hàn thông thường, vì giá quá cao</li> <li>◆ Nên dùng cho các khí cụ tinh vi, nối ống đặc biệt, và ứng dụng tương tự</li> <li>◆ Dễ sử dụng với trợ dung nhựa thông</li> <li>◆ Tương tự hợp kim hàn thiếc-antimon</li> </ul>

### Nhiệt độ hàn vảy mềm

Nhiệt độ chính xác đối với hàn vảy mềm phải được xác định theo từng công việc cụ thể, chủ yếu dựa vào kinh nghiệm. Nhiệt độ hàn thay đổi theo kích thước và chủng loại chi tiết, thành phần của hợp kim hàn, và bản chất của chất trợ dung. Nhiệt độ hàn vảy mềm thường trong khoảng 500 đến 700<sup>0</sup>F. Không nên hàn ở các nhiệt độ

**Bảng 7-7. Hợp kim hàn vảy mềm thiếc-kẽm.**

Sn (%)	Zn (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
91	9	390	390	♦ Dùng để hàn nhôm
80	20	390	518	♦ Hợp kim thiếc-kẽm 91-9 có tính chảy và thấm ướt tuyệt vời, khả năng chống ăn mòn cao.
70	30	390	592	
60	40	390	645	♦ Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) tăng khi hàm lượng kẽm tăng
30	70	390	708	

**Bảng 7-8. Hợp kim hàn vảy mềm chì-bạc**

Loại hợp kim theo ASTM	Pb (%)	Ag (%)	Sn (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
2.5 S	97,5	2,5	—	579	579	♦ Dùng cho các mối hàn yêu cầu độ bền ở nhiệt độ tương đối cao
5.5 S	94,5	5,5	—	579	689	
1.5 S	97,5	1,5	1,0	588	588	♦ Bạc giúp thấm ướt đồng và thép dễ hơn. ♦ Ăn mòn trong khí quyển ẩm. ♦ Thiếc giảm tính ăn mòn và tăng các tính lưu động và thấm ướt

**Bảng 7-9. Hợp kim hàn vảy mềm cadmi-bạc.**

Cd (%)	Ag (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
95	5	640	740	♦ Dùng trong các ứng dụng có nhiệt độ làm việc cao hơn điểm nóng chảy của các hợp kim khác. ♦ Dùng để hàn nhôm với nhôm hoặc nhôm với các kim loại khác. ♦ Hàm lượng chì có thể ảnh hưởng xấu đến sức khỏe nếu xử lý không cẩn thận

gần 800°F, vì ở nhiệt độ này, xỉ (lớp váng đã tách khỏi kim loại nóng chảy) sẽ tái hòa tan vào hợp kim hàn. Khi điều này xảy ra, hợp kim hàn được gọi là bị "cháy" và gây hậu quả xấu.

- Khi gia nhiệt, hợp kim hàn vảy mềm bắt đầu nóng chảy ở nhiệt độ xác định đối với từng loại hợp kim hàn. Nếu tiếp tục bổ sung

**Bảng 7-10.** Hợp kim hàn vảy mềm cadmi-kẽm.

Cd (%)	Zn (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
82,5	17,5	509	509	♦ Dùng để hàn nhôm ♦ Sử dụng không chính xác có thể ảnh hưởng đến sức khỏe
40,0	60,0	509	635	
10,0	90,0	509	750	

**Bảng 7-11.** Hợp kim hàn vảy mềm kẽm-nhôm.

Zn (%)	Al (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
95	5	720	720	♦ Dùng để hàn nhôm ♦ Mỗi hàn có độ bền cao và chống ăn mòn tốt

**Bảng 7-12.** Hợp kim hàn vảy mềm indi.

Sn (%)	In (%)	Bi (%)	Pb (%)	Cd (%)	Nhiệt độ solidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
8,3	19,1	44,7	22,6	5,3	117	117	♦ Hàm lượng indi trên 25% cung cấp tính chống ăn mòn tốt đối với các dung dịch kiềm. ♦ Hợp kim 50% thiếc - 50% indi được dùng để hàn kính với kim loại và kính với kính. ♦ Các hợp kim hàn indi có chứa bismuth đôi khi chất trợ dung acid/ tráng phủ trước (không cần thiết nếu không có bismuth). ♦ Chất trợ dung, phương pháp gia nhiệt, và kỹ thuật hàn dùng cho hợp kim hàn thiếc-chì cũng được áp dụng cho hợp kim hàn indi.
12,0	21,0	49,0	18,0	—	136	146	
12,8	4,0	48,0	25,6	9,6	142	149	
50,0	50,0	—	—	—	243	260	
48,0	52,0	—	—	—	243	243	

nhật, nhiệt độ sẽ tăng cho đến khi toàn bộ hợp kim hàn nóng chảy. Nhiệt độ thứ nhất được gọi là nhiệt độ *solidus* (điểm nóng chảy), và nhiệt độ thứ hai được gọi là nhiệt độ *liquidus* (điểm chảy). Nhiệt độ liquidus rất quan trọng, vì kim loại phải được

**Bảng 7-13.** Một số hợp kim dễ nóng chảy.

Sn (%)	Bi (%)	Pb (%)	Cd (%)	Sb (%)	Nhiệt độ soiidus (rắn) (°F)	Nhiệt độ liquidus (nóng chảy) (°F)	Chú thích
13,3	50,5	26,7	10,0	—	158	158	• Các hợp kim dễ nóng chảy được chế tạo để hàn ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ hàn của hợp kim thiếc-chì (dưới 351°F)
15,5	52,5	32,0	—	—	203	203	
14,5	48,0	28,5	—	9,0	217	440	
—	55,5	44,5	—	—	255	255	• Dùng để hàn trên hoặc gắn bề mặt nhạy cảm với nhiệt.
43,0	57,0	—	—	—	281	281	

nung đến nhiệt độ cao hơn điểm chảy (liquidus), nếu không, hợp kim hàn sẽ không lưu thông.

- Khả năng chảy của hợp kim hàn trên bề mặt kim loại là yếu tố quyết định tính hàn của kim loại đó. Tuy nhiên, đặc tính chảy thay đổi theo loại hợp kim hàn. Ví dụ, hợp kim hàn chứa 5% thiếc và 95% chì sẽ chảy khác hẳn hợp kim hàn chứa 95% thiếc và 5% bạc. Chỉ qua thực hành người thợ hàn mới có khả năng nhận biết những khác biệt này.
- Các mối ghép được hàn vảy mềm sẽ nguội dần và đông đặc ở nhiệt độ nóng chảy của chúng. Tuy nhiên, trước khi mối hàn nguội đến nhiệt độ *thấp hơn* điểm nóng chảy, không nên tác động sức căng vào mối hàn, vì hợp kim hàn chưa có độ bền khi chỉ đông đặc một phần. Khoảng giữa điểm chảy và điểm nóng chảy được gọi là khoảng dẻo, và hợp kim hàn là hỗn hợp gồm hai trạng thái rắn và lỏng.
- Một số hợp kim hàn có điểm nóng chảy và điểm chảy bằng nhau. Những chất này được gọi là hợp kim hàn *eutecti*. Chúng thích hợp với các mối ghép bích, nhưng không thích hợp với các mối ghép chồng mí. Nắm vững điểm nóng chảy, điểm chảy, và khoảng dẻo sẽ rất hữu ích khi bạn cần thay hợp kim hàn đã biết thành phần cấu tạo bằng hợp kim hàn khác.

## CHẤT TRỢ DUNG HÀN VẢY MỀM

Các bề mặt kim loại bị che phủ bởi các lớp oxide mỏng, không nhìn thấy, và nhiều tạp chất khác. Cần loại bỏ các chất này trước khi hàn, nếu không, hợp kim hàn sẽ không bám dính vào bề mặt kim loại. Sự loại bỏ các tạp chất này được thực hiện bằng chất trợ dung.

## Những điểm cần lưu ý

- *Không* được bỏ qua công đoạn làm sạch trước khi sử dụng chất trợ dung. Mặc dù có khả năng loại bỏ các oxide và những tạp chất khác, nhưng chất trợ dung không thể làm sạch hoàn toàn.
- *Chất trợ dung* là hóa chất không chỉ loại bỏ các tạp chất bề mặt, mà còn tạo thành màng che phủ bề mặt để ngăn kim loại tiếp xúc với không khí. Ngoài ra, chất trợ dung còn làm tăng tính lưu động của kim loại hàn.
- Không có chất trợ dung nào phù hợp với mọi kim loại. Bản chất của kim loại hàn thường quyết định sự chọn lựa chất trợ dung. Ví dụ, trong sản phẩm điện, chất trợ dung tốt nhất được làm bằng nhựa thông, vì chất này không có tính ăn mòn.
- Đối với sản phẩm điện, không được sử dụng chất trợ dung có tính ăn mòn, ví dụ, chất trợ dung có chứa dung dịch kẽm chloride.
- *Tiêu chuẩn Underwriter* cho phép sử dụng chất trợ dung gồm năm phần kẽm chloride, bốn phần cồn, ba phần glycerine, và nước. Hợp chất này giúp hợp kim hàn chảy tự do và có tính ăn mòn yếu.
- Một số nhà sản xuất chất trợ dung bổ sung tác nhân thấm ướt vào sản phẩm của họ với liều lượng xác định bằng thực nghiệm. Các tác nhân thấm ướt có tính thấm thấu giúp hợp kim hàn dàn mỏng và bao phủ diện tích lớn hơn. Chất trợ dung có tác nhân thấm ướt là không cần thiết đối với các hợp kim hàn 50-50 hoặc 60-40, nhưng chúng cũng vô hại. Tuy nhiên, với các hợp kim hàn có hàm lượng thiếc thấp hơn, nên sử dụng chất trợ dung có tác nhân thấm ướt. Điều này đặc biệt cần thiết đối với mối hàn dài trên đồng và tất cả các mối hàn trên đồng thau và đồng đỏ.

Các chất trợ dung thường được phân loại theo tính ăn mòn hoặc không ăn mòn (Bảng 7-14). Một số chuyên gia đề nghị đưa các chất trợ dung có tính ăn mòn yếu vào nhóm thứ ba (nhóm trung gian). Nhưng do có tính ăn mòn nhẹ, chúng thường được xếp vào nhóm trợ dung có tính ăn mòn. Sử dụng cách phân loại hai-nhóm, Bảng 7-15 liệt kê các hợp kim và kim loại khác nhau cùng với chất trợ dung được đề nghị cho mỗi loại.

## PHƯƠNG PHÁP HÀN VÂY MỀM BẰNG MỎ HÀN CHÌ

Phương pháp *hàn vẩy mềm bằng mỏ hàn chì* (còn gọi là phương pháp *mỏ hàn đồng*) là thuật ngữ nói đến phương pháp hàn được thực hiện bằng mỏ hàn có đầu bằng đồng. Đây là phương pháp xưa nhất dùng để hàn kim loại bằng tay có sử dụng hợp kim hàn.

### Bảo dưỡng và chuẩn bị đầu mỏ hàn

Thời gian sử dụng của mỏ hàn chì có đầu bằng đồng thường suy



**Bảng 7-14.** Các loại trợ dung và tính chất của chúng

Loại trợ dung	Chú thích
Chất trợ dung không ăn mòn	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Nhựa thông và cốn nhựa thông là chất trợ dung không ăn mòn.</li> <li>◆ Mặc dù các chất trợ dung này không có tính ăn mòn, nhưng tác dụng trợ dung của chúng rất yếu.</li> <li>◆ Ngoài ra, các chất trợ dung không ăn mòn để lại vết bẩn màu nâu trên bề mặt kim loại.</li> <li>◆ Phần dư của chất trợ dung không ăn mòn không có tính dẫn điện và cần loại bỏ sau khi hàn.</li> </ul>
Chất trợ dung có tính ăn mòn	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Kẽm chloride là thành phần chính của hầu hết các chất trợ dung có tính ăn mòn.</li> <li>◆ Các thành phần khác gồm antimon chloride, NaCl, HCl, HF, và nước.</li> <li>◆ Không chất nào trong các thành phần này có mặt trong mọi chất trợ dung có tính ăn mòn, nhưng mỗi chất trợ dung có tính ăn mòn đều chứa các hỗn hợp của một số loại muối và các acid vô cơ.</li> <li>◆ Các chất trợ dung ăn mòn có tác dụng trợ dung rất tốt, tương đối bền trên các khoảng nhiệt độ khác nhau, và rất thích hợp với hợp kim hàn có nhiệt độ nóng chảy cao. Cần loại bỏ toàn bộ chất trợ dung dư ngay sau khi hàn, nếu không chúng sẽ ăn mòn kim loại.</li> </ul>
Các chất trợ dung trung gian (diu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Được gọi là chất trợ dung trung gian hoặc diu là do chúng có tính ăn mòn yếu, nhưng tác dụng trợ dung của chúng cũng yếu hơn các chất trợ dung có tính ăn mòn. Các chất trợ dung diu có chứa acid hữu cơ (acid citric, acid glutamic,...), trong khi các acid được tìm thấy trong chất trợ dung có tính ăn mòn là acid vô cơ.</li> <li>◆ Các chất trợ dung diu được sử dụng cho các công việc hàn chấm nhanh. Sử dụng chúng trong thời gian dài sẽ dẫn đến cháy hoặc các dạng hư hỏng khác, do phản ứng của chúng trong thời gian gia nhiệt dài. Phần dư của các chất trợ dung này có thể loại bỏ dễ dàng bằng nước.</li> </ul>

giảm do cách sử dụng thường ngày, sự xử lý thiếu cẩn thận, và sự dao động điện áp nguồn.

- Sự cẩn thận có thể loại bỏ hầu hết các vấn đề liên quan đến chế độ bảo dưỡng và cách sử dụng. Nghiên cứu và thực hiện các thói quen làm việc chính xác luôn luôn có tác dụng tốt. Mỗi vị trí hàn nên có giá gác mỏ hàn. Những thói quen này không chỉ ngăn ngừa đổ vỡ, dây nguồn của mỏ hàn bị cháy, và các vấn đề cơ khí khác, mà còn giảm nguy cơ bị phỏng đối với người thợ hàn.
- Có lẽ sự xử lý và bảo dưỡng không phù hợp làm giảm tuổi thọ của mỏ hàn nhiều hơn sự dao động điện áp nguồn. Một số hậu quả do sử dụng không chính xác là: (1) dây mỏ hàn hư (thường

**Bảng 7-15.** Hướng dẫn sử dụng chất trợ dung đối với các hợp kim và kim loại khác nhau

Kim loại nền, hợp kim	Chất trợ dung không ăn mòn	Chất trợ dung có tính ăn mòn	Yêu cầu kim loại hàn và/hoặc chất trợ dung đặc biệt
Nhôm			X
Nhôm-đồng đỏ			X
Beryli	Không nên hàn vảy mềm		
Beryli-đồng		X	
Đồng thau	X	X	
Cadmi	X	X	
Gang			X
Chrom	Không nên hàn vảy mềm		
Đồng	X	X	
Đồng-chrom		X	
Đồng-nickel		X	
Đồng-silic		X	
Vàng	X		
Inconel			X
Chì	X		
Magne			X
Mangan-đồng đỏ (sức căng cao)	Không nên hàn vảy mềm		
Monel		X	
Nickel		X	
Nichrome			X
Palladi	X		
Platin	X		
Rhodi		X	
Bạc	X	X	
Thép không rỉ			X
Thép	X		
Thiếc	X	X	
Thiếc-đồng đỏ	X	X	
Thiếc-chì	X	X	
Thiếc-nickel	X	X	
Thiếc-kẽm	X	X	
Titan	Không nên hàn vảy mềm		
Kẽm		X	
Kẽm đúc áp lực			X

do tiếp xúc với đầu mỏ hàn nóng), (2) tay cầm mỏ hàn bị nứt (thường do rơi), (3) đầu mỏ hàn bị hư (do rơi), và (4) mỏ hàn bị quá nhiệt (thường do thời gian tạm ngưng hàn dài).

- Đầu mỏ hàn sẽ xuống cấp dần dần theo thời gian sử dụng bình thường. Chế độ bảo dưỡng thích hợp có thể kéo dài thời gian sử dụng của đầu mỏ hàn.
- Sự dao động điện áp nguồn kéo theo dòng điện tăng hoặc giảm đột ngột là vấn đề trong lĩnh vực sản xuất. Các xung dòng điện có thể làm hư phần tử cấp nhiệt của mỏ hàn. Trái lại, sự sụt áp dẫn đến giảm công suất nhiệt và ảnh hưởng gián tiếp đến đầu mỏ hàn. Có thể ngăn ngừa các hậu quả do sự dao động điện áp nguồn bằng cách kiểm tra điện áp thường xuyên.

**Bảng 7-16.** Một số kỹ thuật và gợi ý đối với phương pháp hàn vảy mềm.

<b>Tráng thiếc đầu mỏ hàn</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Sự tráng thiếc chính xác đầu mỏ hàn là rất quan trọng để hàn thành công. Không thể hàn với đầu mỏ hàn không tráng thiếc hoặc tráng thiếc không đạt yêu cầu, vì màng oxide đồng trên bề mặt đầu mỏ hàn sẽ ngăn cản sự truyền nhiệt.</li> <li>◆ Tráng thiếc là tráng hợp kim hàn lên đầu mỏ hàn trước khi bắt đầu công việc.</li> <li>◆ Sự tráng thiếc được thực hiện bằng cách nung đầu mỏ hàn đến nhiệt độ đủ nóng để làm chảy que hàn được ép sát vào đầu mỏ hàn.</li> <li>◆ Thường xuyên thay thế lớp kim loại hàn bao phủ bề mặt của đầu mỏ hàn để duy trì lớp phủ sạch sẽ.</li> <li>◆ Khi đầu mỏ hàn được nung nóng đến nhiệt độ chính xác, cần làm sạch bề mặt đồng bằng giũa cũ (cùn). Nếu đầu mỏ hàn quá nóng, bề mặt đồng sẽ bị mờ. Để xử lý điều này, cho phép đầu mỏ hàn nguội bớt và lặp lại công đoạn làm sạch.</li> <li>◆ Khi bề mặt đồng mới bị mờ, rải một ít chất trợ dung lên đầu mỏ hàn và cọ xát bằng que hàn.</li> <li>◆ Sau khi kim loại nóng chảy đã phủ khắp bề mặt cần tráng thiếc, nhanh chóng và cẩn thận dùng giẻ sạch, ẩm, lau sạch phần hợp kim hàn thừa.</li> <li>◆ Bề mặt của đầu mỏ hàn sẽ có màu sáng bạc khi được tráng thiếc chính xác.</li> </ul>
<b>Tráng lót bề mặt</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <i>Tráng lót</i> là thuật ngữ dùng để mô tả che phủ vĩnh cửu bề mặt kim loại bằng lớp mỏng kim loại hàn, thiếc tinh khiết, đồng, nickel hoặc kim loại thích hợp khác.</li> <li>◆ Sự tráng lót bề mặt đôi khi được gọi là <i>sự tráng thiếc</i>.</li> <li>◆ Thuật ngữ này đôi khi được sử dụng không chính xác với nghĩa <i>thấm ướt</i>. Sự thấm ướt nói đến tính lỏng rộng của bản thân kim loại hàn.</li> <li>◆ Trong quá trình tráng lót, lực hút mạnh xảy ra giữa các nguyên tử của kim loại tráng lót và các nguyên tử của kim loại nền. Màng lót có chức năng như lớp nền đối với chất trợ dung và lớp kim loại hàn thứ hai.</li> <li>◆ Lớp lót tạo thuận lợi cho kim loại hàn lưu thông trên các chi tiết nhỏ và cụm chi tiết.</li> </ul>

**Bảng 7-16 (tt)**

**Hàn thiếc**

- ◆ Thuật ngữ *hàn thiếc* đôi khi được dùng để nói đến phương pháp liết kết các chi tiết với nhau tạm thời để xoay hoặc định hướng trong trường hợp không thể áp dụng các phương pháp khác. Sau khi xoay hoặc định hướng, có thể sử dụng nhiệt để tách các chi tiết một cách dễ dàng.
- ◆ Trong công đoạn này, các bề mặt được làm sạch, bôi chất trợ dung, gia nhiệt, và phủ một lớp mỏng kim loại hàn. Sau đó ghép các bề mặt với nhau và gia nhiệt bằng cách cho đầu mỏ hàn đi qua mặt ngoài cho đến khi kim loại hàn nóng chảy và liên kết hai bề mặt với nhau.
- ◆ Sau đây là quy trình hàn thiếc hai bề mặt kim loại:
  1. Làm sạch hai bề mặt thật kỹ.
  2. Đưa chất trợ dung lên cả hai bề mặt.
  3. Đặt lá thiếc lên một trong hai bề mặt.
  4. Đặt bề mặt thứ hai lên trên lá thiếc.
  5. Kẹp hai bề mặt với nhau.
  6. Gia nhiệt cả hai bề mặt bằng đầu mỏ hàn nóng (hoặc mỏ hàn hơi, nếu các kim loại có chiều dày đáng kể) cho đến khi kim loại hàn nóng chảy vào mối ghép.
  7. Cho phép kim loại hàn nguội đến khi hai bề mặt được liên kết vững chắc.

**Các vấn đề thường xảy ra với đầu mỏ hàn**

Ba vấn đề thường xảy ra với đầu mỏ hàn được sử dụng bình thường là: sự mài mòn, sự ăn mòn, và sự dính cứng.

- Các đầu mỏ hàn bằng đồng không có lớp phủ đặc biệt thường bị mòn rất nhanh. Trong quá trình hàn, đầu mỏ hàn sẽ bị bóc từng mảnh nhỏ, và cuối cùng, mất tác dụng. Do tuổi thọ ngắn, đầu mỏ hàn này không được dùng trong sản xuất quy mô lớn.
- Để kéo dài thời gian sử dụng, cần phủ chất chống mòn lên đầu mỏ hàn bằng đồng. Áo chống mòn là lớp kim loại mỏng có thể được tráng thiếc. Lớp phủ này cũng bị hòa tan trong hợp kim hàn, nhưng ít hơn nhiều so với đầu mỏ hàn bằng đồng. Cần loại bỏ các oxide hình thành trên bề mặt đầu mỏ hàn có lớp phủ. Bàn chải sắt là dụng cụ thích hợp cho mục đích này, nhưng chải quá mức có thể làm hư đầu mỏ hàn. Sau khi làm sạch bằng bàn chải sắt, cần tráng thiếc lại đầu mỏ hàn ngay lập tức.
- Trong khi hàn, rỉ hoặc cặn bẩn sẽ tích tụ bên trong mỏ hàn. Nếu không loại bỏ, các tạp chất này sẽ làm đầu mỏ hàn bị dính cứng, gần như không thể tháo ra khỏi mỏ hàn. Để hạn chế tình trạng này, sau khi hàn, bạn cần tháo đầu mỏ hàn và làm sạch

mọi chất bẩn tích tụ bên trong mỏ hàn. Thông thường, dầu mỏ hàn bị dính cứng sẽ dẫn đến hư hỏng phần tử cấp nhiệt, cần ngăn chặn sự dính cứng xảy ra.

### **Làm sạch bề mặt**

Làm sạch bề mặt thật kỹ có lẽ là bước quan trọng nhất trong quy trình hàn vảy mềm. Hợp kim hàn sẽ không liên kết với bề mặt kim loại nền, trừ khi kim loại nền sạch sẽ hoàn toàn. Tạp chất bất kỳ (chất bẩn, dầu, mỡ,...) trên bề mặt kim loại nền sẽ cản trở quá trình kết hợp hoặc thấm ướt của kim loại hàn.

Có thể làm sạch bằng cơ học hoặc hóa học. Các phương pháp làm sạch cơ học là gia công, mài, phun cát, hoặc cọ xát. Nói chung, cọ xát là phương pháp phổ biến nhất trong các xưởng gia công nhỏ; bao gồm: (1) cọ xát bằng bụi nhùi thép (loại mịn), (2) giũa, (3) chải bằng bàn chải sắt.

Bề mặt kim loại phải được đánh sáng bóng, ngoại trừ bề mặt thiếc hoặc bề mặt sẽ tác dụng chất trợ dung không ăn mòn. Trong hai trường hợp này, có thể làm sạch bằng dung môi thích hợp.

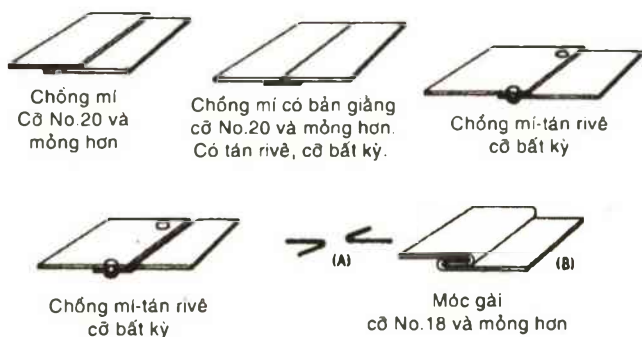
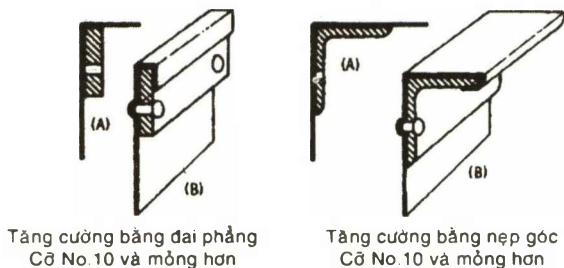
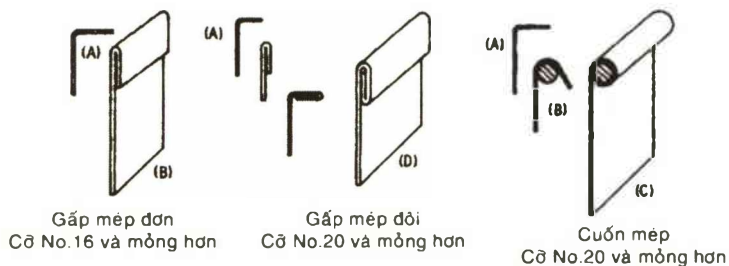
Làm sạch hóa học là lau chùi bề mặt kim loại bằng vải sạch tẩm dung môi hoặc chất tẩy. Phương pháp này có thể loại bỏ hầu hết các dạng dầu, mỡ, hoặc chất bẩn. Nhưng trước khi tác dụng chất trợ dung, cần loại bỏ hóa chất làm sạch bằng nước nóng.

### **CÁC KIỂU MỐI GHÉP TRONG PHƯƠNG PHÁP HÀN VẢY MỀM**

Mối hàn vảy mềm không bền bằng mối hàn nóng chảy, vì kim loại nền không nóng chảy cùng với kim loại hàn. Do đó, kiểu mối ghép thích hợp để hàn vảy mềm được xác định theo các ứng suất hoặc tải sẽ tác động lên mối ghép. Người thợ hàn cần xem xét các yếu tố tác động lên mối hàn, chẳng hạn, sự rung động, va đập, sức căng, lực nén, và ứng suất cắt. Nếu các yếu tố này quá lớn, cần tăng cường bulông, vít, hoặc các phương pháp liên kết khác.

Tính dẫn điện của mối hàn vảy mềm cũng quan trọng. Do nhiều mối hàn đóng vai trò nối kết điện (trên bản mạch in chẳng hạn), mối hàn dẫn điện kém khó được chấp nhận. Cả thành phần cấu tạo của hợp kim hàn và mối hàn hoàn thiện phải dẫn điện tốt. Mối hàn không được phép có đỉnh nhọn và nối kết điện do sự bắc cầu của kim loại hàn.

Các mối ghép đầu mí và chồng mí là thông dụng nhất trong



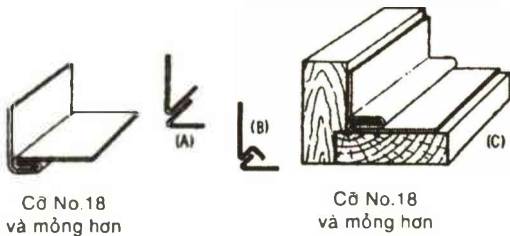
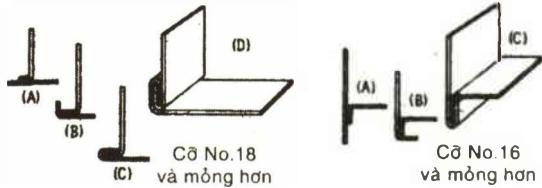
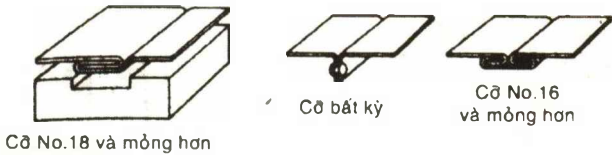
Hình 7-1. Các kiểu mối ghép hàn vảy mềm.

phương pháp hàn vảy mềm. Trong đó, mối ghép chống mí thông dụng hơn. Hình 7-1 minh họa các kiểu mối ghép được sử dụng trong phương pháp hàn vảy mềm.

## QUY TRÌNH HÀN VẢY MỀM

Quy trình hàn vảy mềm phải được thực hiện nhanh chóng, đặc biệt khi hàn các linh kiện điện, để tránh hư hỏng lớp cách điện dây dẫn.

Mặc dù dễ thực hiện, nhưng kỹ thuật hàn vảy mềm đòi hỏi thực



Hình 7-1 (tt)

hành thường xuyên để thu được kỹ năng cần thiết. Sau đây là các bước trong quy trình hàn vảy mềm căn bản:

- Trước khi tác dụng chất trợ dung, cần loại bỏ toàn bộ dầu, mỡ, và chất bẩn ra khỏi bề mặt sẽ hàn. Tốt nhất là lau chùi bề mặt bằng vải thấm chất tẩy vô cơ, hoặc nhúng chi tiết vào dung dịch này. Sau cùng, làm sạch bề mặt bằng búi nhùi thép loại mịn cho đến khi sáng bóng và không còn lớp oxide.
- Bôi chất trợ dung lên bề mặt ngay sau khi làm sạch.



- Bảo đảm các bề mặt được lắp ghép và tiếp xúc với nhau một cách hoàn hảo.
- Gia nhiệt kim loại nền (*không* phải hợp kim hàn) đến nhiệt độ cao hơn điểm chảy của hợp kim hàn. Đối với mối ghép chồng mí, gia nhiệt cho đến khi các giọt hợp kim hàn biến mất, và tiếp tục bổ sung hợp kim hàn cho đến khi lấp đầy mối ghép.
- Sử dụng chất trợ dung trong quá trình hàn bằng cách nhúng que hàn vào chất trợ dung.
- Không tiếp xúc hoặc xáo động mối hàn trước khi kim loại hàn nguội xuống dưới điểm nóng chảy và đông cứng hoàn toàn. Sau khi nhiệt độ giảm xuống dưới điểm nóng chảy, có thể dùng vải ướt để tăng tốc độ làm nguội mối hàn đến nhiệt độ phòng. Chú ý, mối hàn tốt phải có mặt ngoài láng mịn và sáng, tương tự bạc được đánh bóng. Sự lau chùi trước khi mối hàn nguội sẽ làm mất độ bóng của mối hàn, và có khả năng tạo ra bề mặt sần sùi.
- Chất trợ dung càng mạnh, tính ăn mòn càng cao. Bảo đảm làm sạch tất cả các vết trợ dung còn dư trên mối hàn hoàn thiện. Tốt nhất là sử dụng nước.
- Nếu cần, hoàn thiện mối hàn bằng cách loại bỏ các điểm nhô cao bằng giũa.

### **Những điểm cần lưu ý đối với các hợp kim hàn thiếc thấp**

- Làm sạch thật kỹ rất cần thiết đối với các hợp kim hàn thiếc thấp.
- Hợp kim hàn thiếc thấp tác dụng chậm, cần sử dụng dung dịch trợ dung mạnh.
- Các mối ghép chặt đặc biệt quan trọng đối với loại hợp kim hàn này.
- Các hợp kim hàn thiếc thấp yêu cầu nhiệt độ kim loại nền cao hơn so với các hợp kim hàn thiếc-chì 50-50 hoặc 60-40 thông dụng.

Nếu mối ghép có đường kính đủ nhỏ để gia nhiệt toàn bộ (ví dụ, ống nước), việc sử dụng hợp kim hàn thiếc thấp không gặp trở ngại nào, nếu áp dụng quy trình nêu trên. Tuy nhiên, trên các mối ghép đường kính lớn, sự tráng thiếc trước cả hai phía của mối hàn, sau khi làm sạch cẩn thận và bôi chất trợ dung, sẽ có tác dụng tốt.

Quy trình hàn vảy mềm căn bản này cũng áp dụng cho các hợp kim hàn bạc có hàm lượng chì cao, ngoại trừ nhiệt độ phải cao hơn khoảng 250<sup>0</sup>F để nung chảy hợp kim hàn. Có thể sử dụng các hợp kim hàn này khi nhiệt độ hàn cao không gây tác hại. Tuy nhiên, do

hiệt độ cao, không thể sử dụng chất trợ dung của hợp kim hàn 50-50 cho các hợp kim hàn bạc có hàm lượng chì cao, phải sử dụng chất trợ dung chuyên dùng cho hợp kim này, và cần tham khảo ý kiến của nhà sản xuất chất trợ dung.

## KIỂM TRA MỐI HÀN VỎ MỀM

Các mối hàn vỏ mềm thường được kiểm tra bằng mắt, dù trên dây chuyền sản xuất hoặc nơi nào khác. Trên thực tế, sự kiểm tra bằng mắt có nhiều khả năng thực hiện trên dây chuyền sản xuất, lý do chính là không đủ thời gian thực hiện các kiểm tra điện và cơ học.

Các mối hàn vỏ mềm không đạt tiêu chí kiểm tra bằng mắt là:

- Mối hàn có dư hợp kim hàn.
- Mối hàn không có hợp kim hàn.
- Mối hàn thiếu hợp kim hàn.
- Mối hàn lẫn chất trợ dung dư.
- Mối hàn có hợp kim hàn gây ngắn mạch.
- Mối hàn có các đỉnh nhọn nhô cao.
- Mối hàn có dấu hiệu cho thấy hợp kim hàn lưu thông không tốt.
- Mối hàn có dấu hiệu bị xê dịch trước khi nguội hoàn toàn.

Sự xê dịch trước khi mối hàn nguội hoàn toàn sẽ làm yếu mối hàn rất nhiều. Thông thường, sự xê dịch này sẽ làm hợp kim hàn bị rạn nứt, và mối hàn không đạt yêu cầu.

Hầu hết các mối hàn không đạt yêu cầu kiểm tra là do lượng kim loại hàn được đưa vào mối hàn. Ví dụ, một số thợ hàn sử dụng quá nhiều hợp kim hàn cho mối hàn. Lỗi này có thể sửa chữa trước khi kiểm tra bằng cách loại bỏ phần hợp kim hàn dư. Nhúng một đoạn dây dẫn chưa hàn vào chất trợ dung rồi ép giữa mối hàn cần sửa chữa và đầu mỏ hàn nóng. Hợp kim hàn dư sẽ rút vào dây dẫn.

Các mối hàn không đủ hợp kim hàn là mối hàn yếu và sẽ gãy nếu bị rung động mạnh. Các mối hàn này (và mối hàn không có hợp kim hàn) được xem là không thể sửa chữa và cần loại bỏ.

Đôi khi chất trợ dung dư sẽ còn lại trong mối hàn sau khi hàn. Nếu các chi tiết được hàn (dây điện, ống, tấm,...) lỏng lẻo, mối hàn này không đạt yêu cầu và phải loại bỏ. Tuy nhiên, nếu các chi tiết được hàn chắc chắn, không có dấu hiệu xê dịch, có thể gia nhiệt lại mối hàn để loại bỏ chất trợ dung.

Mỗi hàn có nguy cơ làm ngắn mạch thiết bị điện phải bị loại bỏ. Nguyên tắc này cũng áp dụng cho mỗi hàn có các đỉnh nhọn trên bề mặt hợp kim hàn, vì các đỉnh nhọn này có thể phá hủy mạch điện áp cao. Đôi khi hợp kim hàn không có điều kiện chảy qua mối ghép một cách đồng đều, có thể gia nhiệt lại để sửa chữa khuyết tật này trước khi kiểm tra chính thức.

## **QUY TRÌNH HÀN VẢY MỀM BẰNG MỎ HÀN HƠI**

Nói chung, không sử dụng mỏ hàn oxyacetylene để hàn vảy mềm, vì nhiệt độ ngọn lửa này quá cao, thường làm mất tác dụng bảo vệ của chất trợ dung. Nhược điểm này có thể khắc phục bằng cách đưa ngọn lửa ra xa điểm hàn. Kiểu gia nhiệt gián tiếp này cũng có thể áp dụng khi hàn vảy mềm bằng ngọn lửa của các khí khác, nếu nhiệt độ ngọn lửa quá cao đối với kim loại hoặc hợp kim được hàn.

Ngọn lửa không khí-acetylene sẽ có tâm ngọn lửa hình côn rõ nét và sáng, ngọn lửa phía ngoài màu xanh nhạt. Ngọn lửa màu vàng cho thấy áp suất acetylene không phù hợp, do van kim được mở không đủ hoặc đầu mỏ hàn bị nghẽn. Nhiệt độ ngọn lửa này hơi thấp hơn nhiệt độ của ngọn lửa oxyacetylene.

Cũng có thể thu được nhiệt độ ngọn lửa thấp hơn bằng cách sử dụng khí propane, khí tự nhiên, hoặc butane. Các khí nhiên liệu cháy trong oxy sẽ tạo ra nhiệt độ cao hơn so với cháy trong không khí. Khí nhiên liệu cháy trong oxy cũng tạo ra ngọn lửa sắc nét hơn so với ngọn lửa của mỏ hàn vận hành theo nguyên lý đèn Bunsen.

## Chương 8

# XÁC ĐỊNH KIM LOẠI

Bước thứ nhất trong quá trình hàn là xác định kim loại. Sự xác định chính xác kim loại nền sẽ cung cấp thông tin cần thiết để chọn phương pháp hàn phù hợp, cho phép người thợ hàn xác định kiểu mối hàn, cách chuẩn bị mối hàn, thành phần cấu tạo của que hàn (nếu sử dụng), và các yếu tố khác để thực hiện mối hàn thành công. Không có khả năng xác định kim loại chính xác, xác suất tạo ra mối hàn kém chất lượng sẽ tăng lên rất nhiều.

Phương pháp xác định kim loại dễ nhất và chính xác nhất là gửi đến phòng thí nghiệm phân tích hóa học và/hoặc kiểm tra cơ học. Đáng tiếc là phương pháp này là không khả thi đối với các xưởng hàn nhỏ và thợ hàn làm việc độc lập.

Các phương pháp xác định kim loại được trình bày trong chương này không mang tính toàn diện, nhưng có thể giúp bạn thu hẹp phạm vi xác định. Ví dụ, phương pháp kiểm tra tia lửa có thể xác định các kim loại có chứa sắt, vì các kim loại không chứa sắt không tạo ra các dòng tia lửa.

## XÁC ĐỊNH QUA CÔNG DỤNG

Các kim loại thường được xác định qua công dụng của chúng. Với các block máy, bánh răng, trục, và các chi tiết tương tự, bạn có thể khoanh vùng kim loại chế tạo ra chúng trong một số loại nhất định (gang, thép rèn,...). Thông tin này có thể được cung cấp trong tài liệu đi kèm theo chi tiết, hoặc qua sự tiếp xúc với nhà sản xuất.

## XÁC ĐỊNH BẰNG CÁC DẤU HIỆU ĐẶC BIỆT HOẶC TÀI LIỆU

Một số kim loại có thể xác định qua mã số hoặc dấu hiệu do nhà sản xuất đóng lên bề mặt của chúng. Ví dụ, các hợp kim nickel (Monel và Inconel) và sắt rèn. Bạn cũng có thể xác định kim loại qua các hóa đơn vật tư.

Nếu có thể, bạn cố gắng kiểm giấy *chứng nhận vật tư*, trong đó bao gồm tên nhà sản xuất và tên chi nhánh thương mại, kích thước, bảng phân tích hóa học, các tính chất cơ học, độ cứng, và trạng thái hoàn thiện của chi tiết kim loại.

## XÁC ĐỊNH QUA TÌNH TRẠNG BỀ MẶT

Cảm giác khi chạm vào bề mặt đôi lúc có thể giúp bạn xác định kim loại. Ví dụ, đồng, đồng thau, đồng đỏ, nickel, Monel, Inconel, chì, và sắt rèn sẽ có bề mặt láng mịn. Trái lại, thép không rỉ hơi nhám, thép hợp kim thấp và thép carbon cao thường có các dấu rên trên bề mặt làm chúng có vẻ nhám hơn.

## XÁC ĐỊNH QUA MÀU SẮC HOÀN THIỆN VÀ CHƯA HOÀN THIỆN

Màu sắc kim loại đã hoàn thiện (gia công) và chưa hoàn thiện có thể giúp xác định kim loại. Bảng 8-1 trình bày phương pháp xác định một số kim loại và hợp kim qua màu sắc của chúng.

## XÁC ĐỊNH BẰNG CÁC THỬ NGHIỆM TẠI CÔNG TRƯỜNG

Các thợ hàn làm việc độc lập tại công trường hoặc trong các xưởng nhỏ phải dựa vào những phương pháp khác để xác định kim loại, vì họ không có thiết bị kiểm tra chuyên dùng. Họ phải dựa vào kinh nghiệm bản thân cộng thêm vài thử nghiệm có thể thực hiện tại công trường. Cách xác định này không chính xác bằng phương pháp phân tích hóa học hoặc kiểm tra cơ học, nhưng rất hữu dụng và tương đối chính xác. Các thử nghiệm tại công trường gồm: (1) kiểm tra vết gãy, (2) kiểm tra tia lửa, (3) kiểm tra bằng ngọn lửa, (4) kiểm tra phoi, (5) kiểm tra từ tính, và (6) kiểm tra vết giữa.

### Kiểm tra vết gãy

Có thể xác định nhiều kim loại qua màu sắc bề mặt vết gãy của chúng, hoặc nghiên cứu mảnh vỡ được đục ra khỏi bề mặt kim loại (xem Bảng 8-2).

### Kiểm tra tia lửa

Phương pháp xác định kim loại có chứa sắt là kiểm tra tia lửa (xem Bảng 8-3). Đây là phương pháp kiểm tra tương đối dễ và ít tốn kém, nhưng đòi hỏi kiến thức nhất định về các đặc điểm khác nhau của dòng tia lửa.

Kiểm tra tia lửa được thực hiện bằng cách chạm nhẹ bề mặt kim loại với đá mài đang quay và quan sát dòng tia lửa trên nền đen. Dòng tia lửa thay đổi màu sắc, thể tích, và chiều dài tùy theo hàm lượng carbon trong kim loại (xem Hình 8-1 và Bảng 8-4).

**Bảng 8-1.** Màu sắc của các kim loại đã gia công tinh và chưa gia công

Kim loại	Màu sắc bề mặt chưa gia công	Màu sắc bề mặt đã gia công tinh
Thép hợp kim	Xám đậm	Xám sáng
Nhôm và hợp kim nhôm	Xám rất nhạt	Trắng
Beryli	Xám thép	—
Đồng thau	Xanh lá, nâu, hoặc vàng	Đỏ đến vàng nhạt
Đồng đỏ	Xanh lá, nâu, hoặc vàng	Đỏ đến vàng nhạt
Thép đúc	Xám đậm	Xám sáng
Chrom	Xám thép	—
Columbi	Trắng-hơi vàng	—
Đồng	Nâu-hơi đỏ đến xanh lá	Đỏ sáng
Gang xám	Xám đậm	Xám nhạt
Thép carbon cao	Xám đậm	Xám sáng
Inconel	Trắng	—
Chì	Trắng đến xám	Trắng
Thép hợp kim thấp	Xám xanh	Xám sáng
Thép carbon thấp	Xám đậm	Xám sáng
Magne	Trắng bạc	—
Gang dẻo	Xám đục	Xám nhạt
Thép mangan (<2% Mn)	Xám-trắng (như màu của sắt)	—
Thép mangan (14% Mn)	Mờ đục	—
Thép carbon trung bình	Xám đậm	Xám sáng
Molybden	Trắng bạc	—
Kim loại Monel	Xám đậm, lằng	Xám nhạt
Nickel	Xám đậm	Trắng
Tantal	Xám	—
Thiếc	Trắng bạc	—
Titan	Xám thép	—
Wolfram	Xám thép	—
Vanadi	Trắng sáng	—
Gang trắng	Xám đục	Ít khi được gia công
Sắt rèn	Xám nhạt	Xám nhạt
Kẽm	Xám đậm	—
Zirconi	Trắng bạc	—

**Chú ý**

Chiều dài đồng tia lửa phụ thuộc vào lực ép bề mặt kim loại vào đá mài nhiều hơn so với tính chất của kim loại. Do đó, chiều dài đồng tia lửa không được xem là đặc điểm quan trọng.

**Bảng 8-2. Kiểm tra vết gãy**

<b>Kim loại</b>	<b>Chú thích</b>
Nhôm và hợp kim nhôm	Trắng
Đồng thau	Không áp dụng
Đồng đỏ	Không áp dụng
Thép đúc	Xám sáng
Hợp kim đồng	Không áp dụng
Đồng khử oxy	Đỏ
Gang xám	Mảnh vỡ giòn, bề mặt vết gãy màu xám đậm
Thép carbon cao	Xám rất nhạt
Thép mangan cao (11-14% Mn)	Dạng hạt rất thô
Inconel	Xám nhạt
Chì	Trắng, cấu trúc hạt tinh thể
Thép hợp kim thấp	Xám trung bình
Thép carbon thấp	Xám sáng
Magne	Không áp dụng
Gang rèn	Bề mặt vết gãy giòn, xám đậm
Thép mangan (14% Mn)	Vết gãy có dạng hạt thô
Thép carbon trung bình	Xám rất nhạt
Monel	Xám nhạt
Nickel	Gần như trắng đến trắng
Gang dẻo	Bề mặt vết gãy giòn
Thép không gỉ (series 300)	Thay đổi nhiều, tùy theo loại.
Thép không gỉ (series 400)	Thay đổi nhiều, tùy theo loại.
Thiếc	Không áp dụng
Titan	Không áp dụng
Wolfram	Hạt giòn
Gang trắng	Giòn
Sắt rèn	Xám sáng, dạng sợi

## Cảnh báo

Sự kiểm tra tia lửa có thể gây nổ nếu tia lửa tiếp xúc với các chất dễ bay hơi.

## Kiểm tra bằng ngọn lửa

Các kim loại sẽ có màu đặc trưng khi tác dụng ngọn lửa mỏ hàn vào bề mặt (Bảng 8-5). Tốc độ nóng chảy của các kim loại cũng khác nhau, vùng nóng chảy và xỉ của chúng có thể khác nhau.

## Chú ý

Không sử dụng phương pháp kiểm tra bằng ngọn lửa nếu bạn nghi ngờ



kim loại là magne, vì trong khí quyển, magne có thể bốc cháy dưới ngọn lửa mỏ hàn.



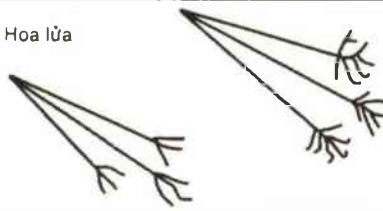

### Kiểm tra mảnh cắt

Có thể dùng đục và búa cắt kim loại và kiểm tra mảnh cắt. Sau đó xác định kim loại qua tình trạng cắt dễ hoặc khó, mép cắt lóng hoặc lõm chồm, và đường cắt liên tục hoặc vỡ vụn, giòn (xem Bảng 8-6).

### Kiểm tra từ tính

Kiểm tra từ tính được thực hiện bằng cách đặt nam châm nhỏ lên bề mặt kim loại (xem Bảng 8-7). Nếu nam châm không hút, chắc chắn kim loại đó không có từ tính. Đây là các kim loại không chứa sắt, ví dụ, đồng, hợp kim đồng, nhôm, hợp kim nhôm, và magne.

**Bảng 8-3.** Thuật ngữ về dòng tia lửa.

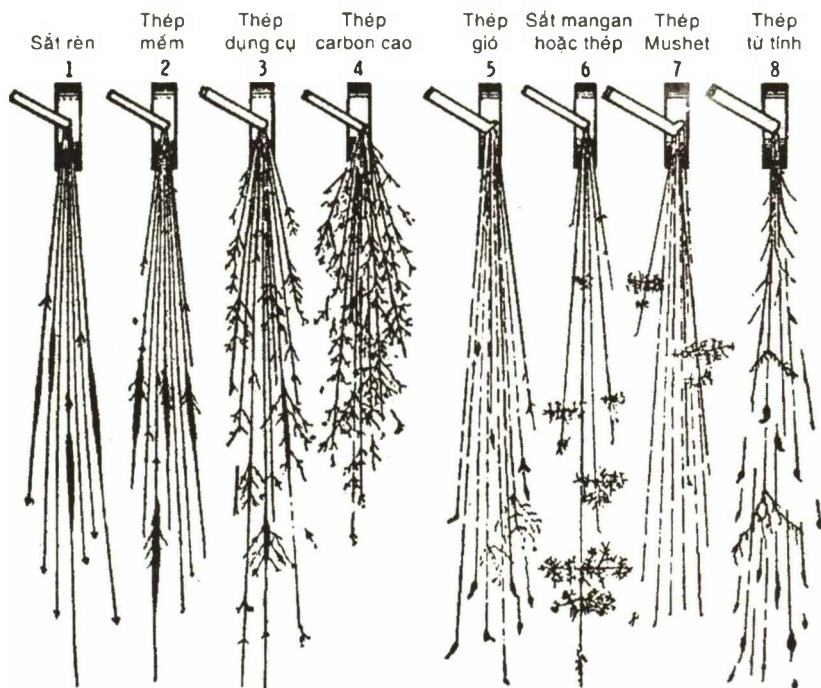
Thuật ngữ	Chú thích
Dòng (dạng) tia lửa	 <p>Tia lửa do đá mài tạo ra. Gồm các đường mang và các hoa lửa</p>
Đường mang hoặc trục	 <p>Các đường thẳng bắt đầu tại điểm tiếp xúc trên đá mài và tỏa ra theo nhiều hướng.</p>
Hoa lửa	 <p>Các chùm nhánh nhỏ thường xuất hiện dọc theo hoặc đầu đường mang. Một số đường mang kết thúc theo dạng chia ba, thay vì nhiều nhánh</p>
Mũi tên	 <p>Một số đường mang kết thúc dưới dạng mũi tên liên tục hoặc mũi tên gãy</p>

**Bảng 8-4. Kiểm tra tia lửa để xác định kim loại.**

<b>Kim loại</b>	<b>Chú thích</b>
Thép hợp kim	Dạng tia lửa tương tự thép carbon thường, ngoại trừ các thay đổi tương ứng với lượng hợp kim hoặc các hợp kim. Màu sắc thay đổi từ vàng rơm đến cam sẫm, hoặc đỏ. Dòng tia lửa ngắn, với các đường mang lớn. Số lượng hoa lửa carbon ít.
Nhôm và hợp kim nhôm	Không áp dụng
Đồng thau	Không áp dụng
Đồng đỏ	Không áp dụng
Chrom	Các tia lửa dường như tạo thành một đường đứt đoạn với rất ít hoa lửa. Ngay trước khi biến mất, chúng có màu vàng và không có dấu vết của tia lửa carbon.
Đồng	Không áp dụng
Hợp kim đồng	Không áp dụng
Gang xám	Thể tích dòng lửa nhỏ. Các đường mang màu đỏ với các hoa lửa tương tự hoa lửa của thép carbon thấp.
Thép carbon cao (0,45% hoặc hơn)	Các đường mang màu vàng với nhiều hoa lửa sáng (xem Hình 8-1).
Thép mangan cao (11-14% Mn)	Không áp dụng
Thép sulfur cao	Đường mang rõ nét. Các hoa lửa không giống nhau và tương tự hoa lửa của thép carbon thấp.
Inconel	Không áp dụng
Chi	Không áp dụng
Thép hợp kim thấp	Dòng lửa được đặc trưng bằng sự phân nhánh của đường sọc sáng
Thép carbon thấp (0,20% C trở xuống)	Đường mang dài, màu vàng, các hoa lửa khó nhìn thấy.
Gang dẻo (có ù)	Dòng tia lửa có thể tích trung bình, màu đỏ, chuyển sang vàng ở đoạn cuối. Nhiều tia lửa mảnh.
Thép mangan (dưới 2% Mn)	Các hoa lửa lớn, trắng sáng tỏa ra theo hình rẽ quạt.
Thép dụng cụ mangan	Khắc hẳn tia lửa carbon do các tia lửa phụ bắn ra vuông góc với đường lực của nó. Mỗi mũi tên của tia lửa mangan được chia thành nhiều đốm nhỏ màu trắng.
Thép carbon trung bình (0,20 - 0,45% C)	Hoa lửa nổi bật ở cuối các đường màu vàng.
Monel	Không áp dụng
Nickel	Thể tích dòng tia lửa rất nhỏ, màu cam. Không có các mũi tên
Gang cầu	Tia lửa có màu cam nhạt ở gần đá mài. Phần dưới dài hơn trong trường hợp gang xám, hoa lửa ít hơn, màu vàng nhạt.
Thép không gỉ (series 300)	Thay đổi theo hàm lượng hợp kim.

**Bảng 8-4 (tt)**

Kim loại	Chú thích
Thép không rỉ (series 400)	Thay đổi theo hàm lượng hợp kim.
Thiếc	Không áp dụng.
Thép dụng cụ (0,50-1,00% carbon)	Sự phân nhánh của vệt sáng xảy ra thường xuyên hơn. Hàm lượng carbon càng thấp, tia lửa càng ít, và xuất hiện càng xa đá mài.
Wolfram	Không áp dụng
Thép đúc wolfram-chrom	Dòng tia lửa có thể tích nhỏ, màu đỏ, với các mũi tên mảnh.
Gang trắng	Dòng tia lửa có thể tích rất nhỏ, màu đỏ, chuyển sang vàng ở đoạn cuối. Nhiều mũi tên mảnh.
Sắt rèn	Tia lửa gồm các hạt nhỏ bắn ra xa điểm tiếp xúc theo đường thẳng, phình to và sáng hơn tại khoảng cách không cố định so với nguồn nhiệt, sau đó biến mất.
Kẽm	Không áp dụng.



**Hình 8-1.** Kiểm tra tia lửa đối với các loại thép khác nhau.

**Bảng 8-5.** Kiểm tra bằng ngọn lửa để xác định kim loại.

<b>Kim loại</b>	<b>Chú thích</b>
Thép hợp kim	Không thể thiết lập các đặc tính ngọn lửa, vì thành phần cấu tạo của các thép hợp kim thay đổi rất lớn.
Nhôm và hợp kim nhôm	Nóng chảy nhưng không có sự đổi màu.
Đồng thau	Không áp dụng
Đồng đỏ	Không áp dụng
Gang	Nóng chảy chậm
Đồng	Không áp dụng
Hợp kim đồng	Không áp dụng
Thép carbon cao	Chuyển sang màu đỏ rực ngay trước khi nóng chảy, sau đó nóng chảy nhanh.
Thép mangan cao (11 - 14% Mn)	Đổi màu
Thép sulfur cao	Chuyển sang màu đỏ rực ngay trước khi nóng chảy và sau đó nóng chảy nhanh.
Inconel	Không áp dụng
Chì	Nóng chảy nhanh
Thép hợp kim thấp	Chuyển sang màu đỏ rực ngay trước khi nóng chảy và sau đó nóng chảy nhanh.
Thép carbon thấp	Chuyển sang màu đỏ rực ngay trước khi nóng chảy và sau đó nóng chảy nhanh.
Magne	Bốc cháy khi tiếp xúc với không khí và ngọn lửa
Thép carbon trung bình	Chuyển sang màu đỏ rực ngay trước khi nóng chảy và sau đó nóng chảy nhanh.
Monel	Không áp dụng
Nickel	Không áp dụng
Hợp kim nickel	Không áp dụng
Thép không gỉ (series 300)	Nóng chảy nhanh
Thép không gỉ (series 400)	Nóng chảy nhanh
Thiếc	Nóng chảy nhanh
Titan	Không áp dụng
Gang trắng	Chuyển sang màu đỏ đục trước khi nóng chảy và sau đó nóng chảy chậm.
Sắt rèn	Chuyển sang màu đỏ sáng ngay trước khi nóng chảy và sau đó nóng chảy nhanh.
Kẽm	Nóng chảy nhanh.

Các kim loại có chứa sắt, chẳng hạn, thép carbon, thép hợp kim thấp, và thép không gỉ martensite đều có từ tính mạnh; nam châm sẽ hút chặt vào bề mặt kim loại. Tuy nhiên, một số kim loại có từ

**Bảng 8-6. Kiểm tra mảnh cắt để xác định kim loại**

<b>Kim loại</b>	<b>Chú thích</b>
Thép hợp kim	Không thể thiết lập các đặc điểm cố định, vì thành phần cấu tạo của các thép hợp kim thay đổi rất lớn.
Nhôm và các hợp kim nhôm	Dễ đục. Vết cắt rất láng. Các mép răng cưa tại vị trí cắt. Mảnh cắt có thể dài và liên tục theo ý muốn.
Đồng thau	Dễ đục. Vết cắt rất láng. Các mép răng cưa tại vị trí cắt. Mảnh cắt có thể dài và liên tục theo ý muốn.
Đồng đỏ	Dễ đục. Vết cắt rất láng. Các mép răng cưa tại vị trí cắt. Mảnh cắt có thể dài và liên tục theo ý muốn.
Đồng	Dễ đục. Vết cắt rất láng. Các mép răng cưa tại vị trí cắt. Mảnh cắt có thể dài và liên tục theo ý muốn.
Gang xám	Khó đục. Mảnh cắt vỡ vụn thành các mảnh nhỏ
Thép carbon cao	Rất cứng và khó đục. Mảnh cắt có kích thước hoặc hình dạng bất kỳ, liên tục và dài theo ý muốn. Các mép có màu nhạt hơn so với thép carbon thấp.
Thép sulfur cao	Dễ đục. Đường cắt liên tục với các mép láng
Chi	Rất dễ đục. Có thể cắt theo kích cỡ, hình dáng, và chiều dài bất kỳ.
Thép hợp kim thấp	
Thép carbon thấp	Dễ đục, các mép láng. Có thể cắt liên tục theo ý muốn.
Gang dẻo	Dai hơn các loại gang khác. Khó đục. Mảnh cắt không vỡ vụn.
Thép carbon trung bình	Dễ đục. Có thể cắt liên tục với các mép láng.
Monel	Đề đục. Mảnh cắt có các mép láng và có thể dài tùy ý.
Nickel	Dễ đục. Mảnh cắt có mép láng và có thể dài tùy ý.
Hợp kim nickel	Dễ đục. Mảnh cắt có mép láng và có thể dài tùy ý.
Gang trắng	Tác động đục tạo ra các mảnh vỡ nhỏ. Tinh giòn của gang trắng không cho phép tạo ra đường cắt với các mép láng.
Sắt rèn	Dễ đục. Các mép trên phía lưỡi đục rất láng. Mảnh cắt có thể dài và liên tục theo ý muốn.

tính yếu, nhưng kinh nghiệm sẽ cho phép người thợ hàn phân biệt các kim loại có từ tính mạnh hoặc yếu.

### **Kiểm tra vết giũa**

Thỉnh thoảng giữa mịn được sử dụng để đánh giá sơ bộ độ cứng của kim loại nhằm xác định loại thép. Phương pháp này được thực hiện bằng cách giũa bề mặt kim loại và so sánh vết giũa với các giá trị Brinell đã chọn để xác định độ cứng của kim loại (xem Bảng 8-8).

**Bảng 8-7. Kiểm tra từ tính đối với các kim loại**

<b>Kim loại</b>	<b>Chú thích</b>
Thép hợp kim	Từ tính giảm, tùy theo nguyên tố hợp kim
Nhôm và các hợp kim nhôm	Không có từ tính
Đồng thau	Không có từ tính
Đồng đỏ	Không có từ tính
Thép đúc	Có từ tính
Đồng	Không có từ tính
Gang xám	Từ tính mạnh
Thép carbon cao	Từ tính mạnh
Thép sulfur cao	Từ tính mạnh
Inconel	Không có từ tính
Chi	Không có từ tính
Thép carbon thấp	Từ tính mạnh
Magnesium	Không có từ tính
Gang dẻo	Từ tính mạnh
Thép mangan (dưới 2% Mn)	Có từ tính
Thép carbon trung bình	Từ tính mạnh
Monel	Từ tính yếu
Nickel	Có từ tính
Hợp kim nickel	Có thể có từ tính, từ tính yếu, hoặc không có từ tính.
Thép không gỉ (series 300)	Không có từ tính.
Thép không gỉ (series 400)	Có từ tính.
Thiếc	Không có từ tính
Titanium	Không có từ tính
Gang trắng	Từ tính mạnh
Sắt rèn	Từ tính mạnh
Kẽm	Không có từ tính

**Bảng 8-8. Các giá trị Brinell so với kiểm tra vết giữa**

<b>Độ cứng Brinell</b>	<b>Tác động giữa</b>	<b>Loại kim loại</b>
100 BHN	Giữa ấn vào bề mặt rất dễ dàng	Thép carbon thấp
200 BHN	Giữa loại bỏ kim loại với lực ép hơi mạnh	Thép carbon trung bình
300 BHN	Kim loại biểu lộ sức bền thực sự đối với giữa	Thép carbon cao hoặc thép hợp kim cao
400 BHN	Giữa khó loại bỏ kim loại	Thép dụng cụ chưa tôi
500 BHN	Giữa chỉ tạo ra các vết trên bề mặt	Thép dụng cụ được tôi
600 BHN	Giữa trượt qua bề mặt và không loại bỏ kim loại; răng giữa bị cùn	Kim loại cứng hơn giữa

## Chương 9

# GANG

Gang là hợp kim gồm 91 đến 94% sắt và các nguyên tố khác, quan trọng nhất là carbon, silic, mangan, sulfur, và phosphor. Thuật ngữ *gang* nói đến nhóm kim loại có chung hầu hết các đặc điểm giống nhau. Bốn loại gang căn bản là: (1) gang xám, (2) gang trắng, (3) gang dẻo, và (4) gang cầu (Bảng 9-1).

Kỹ thuật hàn gang thường được sử dụng để sửa chữa các vật đúc bị khuyết tật trước khi đưa vào sử dụng, các vật đúc bị mòn hoặc nứt gãy trong quá trình sử dụng, hoặc chế tạo các cụm chi tiết. Các

**Bảng 9-1.** Quy trình hàn dùng cho các loại gang.

Loại gang	Quy trình	Phương pháp xử lý	Các tính chất
Gang xám	Hàn với gang	Nung nóng trước, làm nguội chậm	Không thay đổi
Gang xám	Hàn than	Nung nóng trước, làm nguội chậm	Mỗi hàn tốt; vùng chịu ảnh hưởng nhiệt không thay đổi tính chất
Gang xám	Hàn than	Không nung nóng trước	Mỗi hàn tốt; kim loại nền biến cứng
Gang xám	Hàn với thép	Nung nóng trước, nếu có thể	Mỗi hàn tốt; kim loại nền có thể quá cứng để gia công; nếu không nung nóng trước, hàn gián đoạn để tránh rạn nứt
Gang xám	Hàn với thép quanh các đỉnh tán trong mối ghép	Không nung nóng trước	Mỗi nối bền như cũ.
Gang xám	Hàn với nickel	Nung nóng trước sẽ tốt hơn	Mỗi nối bền; vùng biến cứng mỏng; có thể gia công
Gang dẻo	Hàn với gang	Nung nóng trước và sau khi hàn	Mỗi hàn tốt, nhưng chậm và chi phí cao
Gang dẻo	Hàn với đồng đỏ	Nung nóng trước	Vẫn bền, nhưng vùng bị ảnh hưởng nhiệt không còn dẻo như cũ
Gang trắng	Không nên hàn		
Gang cầu	Hàn với nickel	Nên nung nóng trước và sau khi hàn	Mỗi nối bền và dẻo, nhưng một số tính chất ban đầu bị mất; có thể gia công; tất cả các tính chất đều giảm khi không nung nóng trước và/hoặc sau khi hàn.



ứng dụng tiêu biểu là hàn chân đế và khung máy, vỏ máy, và các khớp nối đường ống.

## GANG HỢP KIM

Có thể bổ sung nickel, molybden, chrom, đồng, nhôm, và nhiều nguyên tố khác vào gang xám để tạo ra hợp kim có các tính chất mong muốn (tăng khả năng chống ăn mòn, độ bền). Ví dụ, gang nickel sẽ có khả năng chống ăn mòn và mài mòn tốt hơn gang xám, và gang molybden có độ bền kéo cao hơn.

### Chú ý

Người thợ hàn cần nghiên cứu các đặc điểm của nguyên tố hợp kim để có cách xử lý thích hợp khi hàn các loại gang hợp kim. Ví dụ, gang nhôm có vấn đề là oxide nhôm sẽ hình thành trên bề mặt trong quá trình hàn.

## GANG XÁM

Gang xám (đôi khi được gọi là *sắt xám*) là hợp kim gồm sắt, carbon, và silic. Phosphor cũng thường hiện diện với hàm lượng rất nhỏ. Bản phân tích hóa học thay đổi theo thành phần cấu tạo của gang xám. Ví dụ, hàm lượng silic có thể thay đổi từ 1 đến 3%, hàm lượng carbon khoảng 2,5 - 4% (ở trạng thái tự do hoặc dưới dạng graphit). Các lượng này thay đổi theo ứng dụng của gang xám. Gang xám chứa khoảng 3 - 3,7% carbon; độ bền kéo thay đổi từ 10.000 đến 60.000 psi, tùy theo loại cụ thể.

### Chú ý

Hiệp hội Thí nghiệm và Vật liệu Hoa Kỳ (ASTM) đã đưa ra hệ thống phân loại dựa trên độ bền kéo của các loại gang xám. Gang xám có độ bền kéo tối thiểu 10.000 psi thuộc loại 10; gang xám có độ bền kéo tối thiểu 20.000 psi thuộc loại 20;... Tất cả có bày loại.

Điểm nóng chảy của gang xám xấp xỉ 2150<sup>0</sup>F. Độ dẻo của gang xám khá thấp, biểu thị qua sự biến dạng rất ít tại các vết gãy, và gần như không có khả năng chịu va đập. Gang xám thường dễ gia công và có thể hàn. Chúng cũng dễ đúc theo nhiều hình dạng khác nhau. Chú ý: Không thể rèn gang xám ở nhiệt độ bất kỳ.

## GANG ĐÈO

Gang dẻo được chế tạo bằng cách ủ hoặc nung gang trắng trong thời gian dài rồi để nguội từ từ. Sự nhiệt luyện này làm tăng khả năng chống va đập, độ bền, và tính dẻo. Do đó, gang dẻo có khả năng chịu các loại ứng suất này tốt hơn gang xám.

Độ bền kéo của gang dẻo thay đổi từ 30.000 psi đến 100.000 psi, tùy theo cấu trúc căn bản là ferrite hoặc pearlite. Nhóm gang dẻo ferrite có độ bền kéo thấp (53.000 psi trở xuống); nhóm pearlite có độ bền kéo cao (60.000-100.000 psi). Hầu hết gang dẻo được sản xuất với độ bền kéo 40.000 - 50.000 psi. Lưu ý, độ bền kéo của gang dẻo tăng, tính dẻo sẽ giảm.

Hàm lượng carbon trong gang dẻo khoảng 2 đến 3% và phải ở dạng kết hợp (carbon tự do hoặc graphit không thể tạo ra tính dẻo). Gang dẻo bền và dai hơn gang xám, tính gia công tốt, nhưng do tính dẻo, tính hàn của gang dẻo bị hạn chế.

Phương pháp liên kết thích hợp đối với gang dẻo là hàn bằng ngọn lửa oxyacetylene và hàn thau, trong đó, phương pháp hàn thau thông dụng hơn, vì sử dụng nhiệt độ thấp. Nhiệt độ hàn cao sẽ làm giảm tính dẻo, và gang dẻo trở lại với các đặc tính của gang trắng. Vì lý do này, các phương pháp hàn nhiệt độ cao (hồ quang kim loại được bảo vệ, hồ quang carbon,...) không thích hợp với gang dẻo, *trừ khi* sử dụng nhiệt độ khoảng 1400 - 1450<sup>o</sup>F hoặc thấp hơn.

## GANG CẦU

Được gọi là gang cầu vì sự hiện diện của graphit trong thành phần cấu tạo của gang tạo thành các bướu nhỏ. Điều này giúp gang cầu chịu va đập tốt hơn gang xám. Các bướu graphit được tạo ra khi bổ sung magne vào kim loại nóng chảy trong quá trình sản xuất.

Gang cầu có điểm nóng chảy hơi thấp hơn gang xám. Phương pháp nhiệt luyện đặc biệt và sự bổ sung các nguyên tố hợp kim làm cho gang cầu mang các tính chất của gang xám và thép. Nguyên tố chính giúp gang cầu có các đặc tính này là magne.

Độ bền kéo của gang cầu khoảng 60.000 đến 120.000 psi, tùy theo thành phần cấu tạo của kim loại chính, phương pháp tạo ra cấu trúc cầu, và nhiều yếu tố khác.

### Chú ý

Có thể sử dụng kỹ thuật hàn oxyacetylene và phương pháp hàn thau bằng ngọn lửa oxyacetylen để hàn gang cầu.

## GANG TRẮNG

Gang trắng, còn gọi là *gang độ bền cao*, được sản xuất từ sắt thổi bằng cách làm nguội vật đúc này rất nhanh để tách carbon ra khỏi

hợp chất sắt carbide. Do đó, carbon được tìm thấy trong gang trắng tồn tại dưới dạng hợp chất.

Gang trắng rất cứng và giòn, không phù hợp để gia công, chúng thường được sử dụng ở trạng thái nguyên thủy của vật đúc. Do độ cứng cao, gang trắng thường được dùng làm vỏ chống mài mòn cho lõi gang xám. Các bề mặt này được tạo ra bằng cách làm nóng chảy gang xám và cho chảy theo các hệ thống làm lạnh đặt trong khuôn. Điều này giúp làm nguội nhanh để tạo thành bề mặt rất cứng. Một trong các ứng dụng chính của gang trắng là sản xuất gang dẻo.

Nói chung, gang trắng có độ bền kéo khoảng 40.000-50.000 psi hoặc hơn, nóng chảy ở 2300<sup>0</sup>F, hơi cao hơn điểm nóng chảy của gang xám.

## HÀN VÀ NỐI KẾT GANG

Do hàm lượng carbon và silic cao, gang khó hàn hơn thép carbon thấp. Gang giòn hơn thép carbon thấp và có xu hướng rạn nứt trong vùng bị ảnh hưởng nhiệt, trừ khi được nung nóng trước chính xác, làm nguội sau, và nhiệt độ hàn thấp.

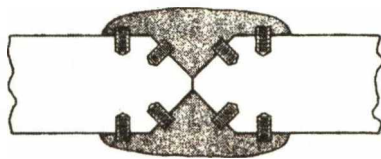
### Chú ý

*Vùng bị ảnh hưởng nhiệt* là vùng kim loại nền không bị nóng chảy dọc theo đường nối, nhưng cấu trúc của chúng đã thay đổi do nhiệt của quá trình hàn hoặc cắt.

Khi hàn gang, sự chuẩn bị là rất quan trọng. Tất cả các khuyết tật bề mặt phải được loại bỏ hoàn toàn. Mỗi ghép phải có đủ không gian để lắng đọng kim loại hàn thỏa đáng với độ ngấu tối thiểu cho phép. Để hạn chế rạn nứt đến mức tối thiểu, cần chọn vật liệu có tính dẻo làm kim loại lấp đầy mỗi ghép.

Trên thực tế, các vật đúc thường được nung nóng trước và làm nguội chậm sau khi hàn. Chế độ làm nguội từ từ được áp dụng để giảm ứng suất dư và tránh rạn nứt. Sự gia nhiệt trước sẽ làm chậm tốc độ nguội, cho phép tạo thành các cấu trúc ít giòn. Điều này còn cho phép toàn bộ vật đúc cùng tiếp xúc với vật liệu hàn, do đó giảm ứng suất dư.

Nếu chiều dày cho phép, có thể dùng vít cấy thép có đường kính 6



**Hình 9-1.** Gia cố mối hàn bằng vít cấy

đến 9 mm tăng cường cho các mối hàn trên gang. Gang được vát chữ V, khoan lỗ, và tiện ren dọc theo chữ V để lắp vít cấy. Vít cấy phải đủ dài để vặn vào gang với độ sâu ít nhất bằng đường kính vít cấy và còn dư khoảng 4 - 6 mm (Hình 9-1).

### Hàn bằng ngọn lửa oxyacetylene

Phương pháp hàn oxyacetylene có thể được sử dụng để hàn cả gang xám và gang cầu có độ dày bất kỳ. Nhưng không nên dùng phương pháp này để hàn gang dẻo, vì sẽ làm tăng độ giòn của gang.

#### Những điểm cần lưu ý

- Sử dụng đúng que hàn và chất trợ dung (nếu cần) là rất quan trọng. Đưa đầu que hàn gang 1/4 inch vào vùng hình nón phía ngoài của ngọn lửa để gia nhiệt, sau đó nhúng vào chất trợ dung và đặt vào vùng nóng chảy. Sức nóng của phần kim loại nóng chảy đang chịu tác động liên tục của ngọn lửa hàn sẽ làm nóng chảy que hàn từ từ, bề mặt vùng kim loại sẽ nâng dần lên theo sự bổ sung kim loại hàn.
- Không giữ que hàn phía trên mối hàn và làm nóng chảy từng giọt vào vùng hàn. Ngoài ra, phải làm nóng chảy cạnh chữ V phía trước vùng hàn một cách cẩn thận để kim loại hàn không tiếp xúc với phần kim loại nền nguội. Nếu điều này xảy ra, sự kết dính tại điểm đó sẽ rất yếu.
- Khi các bọt khí hoặc đốm trắng xuất hiện trong vùng hàn hoặc ở các mép, cần bổ sung chất trợ dung và di chuyển ngọn lửa quanh điểm đó cho đến khi các tạp chất nổi lên bề mặt vùng hàn. Vớt các tạp chất này ra khỏi mối hàn bằng que hàn nóng, chúng sẽ bám dính vào que hàn. Gõ que hàn nóng vào mặt bàn để loại bỏ tạp chất. Sự loại bỏ chất bẩn phải được thực hiện cẩn thận và có phương pháp, vì chúng sẽ tạo ra các khuyết tật làm yếu mối hàn.
- Bổ sung kim loại hàn cho đến khi phần chữ V hơi cao hơn bề mặt của chi tiết được hàn khoảng vài milimét. Lặp lại các bước này với chữ V ở mặt dưới.
- Quá trình hàn gang cần được thực hiện nhanh đến mức có thể. Sau khi hàn, bao phủ toàn bộ mối hàn bằng vật liệu cách nhiệt không cháy, hoặc chôn trong thùng ủ để cho phép mối hàn nguội từ từ.
- Nếu không cần hoặc không thể gia nhiệt trước, không nên nung nóng gang liên tục. Phương pháp thích hợp là tác dụng nhiệt hàn theo từng thời gian ngắn, sau đó cho phép gang nguội trong thời gian hơi dài hơn thời gian tác dụng nhiệt. Lặp lại quy trình này cho đến khi hoàn tất mối hàn.
- Phương pháp hàn oxyacetylen đòi hỏi gia nhiệt trước cao hơn so với hàn hồ quang kim loại được bảo vệ.

**Bảng 9-2.** Điện cực hàn gang có thể gia công

Ký hiệu phân loại của AWS	Chú thích
ENi-Ci	Lõi 100% nickel
	Điện cực đa năng, sử dụng dòng điện AC hoặc DCEP.
	Dùng để hàn các chi tiết có chiều dày mỏng và trung bình.
	Dùng để hàn các vật đúc có hàm lượng phosphor thấp
	Ít hoặc không cần chế độ nung nóng trước
ENi-FeCi	Lõi gốc nickel-sắt
	Dùng với dòng điện AC hoặc DCEP để hàn chi tiết lớn bằng gang
	Dùng để hàn các vật đúc có hàm lượng phosphor thấp
	Dùng để hàn các vật đúc hợp kim nickel cao, yêu cầu mỗi hàn độ bền cao.
	Thích hợp để hàn gang cấu.

### Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ

Kỹ thuật hàn hồ quang kim loại được bảo vệ (SMAW) thường được sử dụng để hàn các vật đúc lớn bằng gang xám. Điện cực được dùng là loại có thể gia công hoặc không thể gia công.

Điện cực có thể gia công gồm hai loại căn bản: (1) điện cực lõi 100% nickel, và (2) điện cực gốc nickel-sắt (Bảng 9-2). Cả hai đều tạo ra mối hàn tương đối mềm, dẻo, có thể gia công sau khi nguội. Các điện cực này thường được sử dụng để sửa chữa các vật đúc bị nứt hoặc gãy, lấp đầy các chỗ khuyết trên bề mặt, hoặc hàn các kim loại khác nhau, ví dụ, gang với thép.

Trái lại, điện cực không thể gia công có lõi thép mềm. Do lớp phủ điện cực nóng chảy ở nhiệt độ thấp, có thể sử dụng dòng điện thấp để hàn gang. Loại điện cực này tạo ra mối hàn không thấm nước và rất cứng, không thể gia công. Chúng được dùng để sửa chữa block máy xe hơi, block máy nén, các áo nước, chi tiết máy bơm, và những bộ phận đòi hỏi mối hàn bền chắc, không cần gia công.

### Những điểm cần lưu ý

- Dùng điện cực đường kính 1/8 inch để giảm sức nóng. Nối điện cực với cực dương, chi tiết với cực âm, và sử dụng dòng điện khoảng 80 ampere để đáp ứng các điều kiện nhiệt. Bản thân điện cực có thể mang dòng điện lớn hơn nhiều, nhưng các yêu cầu của kỹ thuật hàn gang không cho phép sử dụng nhiệt cao.
- Do sử dụng dòng điện thấp (80 amp với điện cực 1/8 inch), hiệu ứng

biến cứng thường xuất hiện dọc theo đường nóng chảy được giảm tối đa, mỗi hàn dễ gia công hơn so với sử dụng các điện cực khác.

- Quá trình hàn gang xám phải được thực hiện gián đoạn. Trong một số trường hợp, cần áp dụng kỹ thuật *hàn cách quãng* để thực hiện các mối hàn không dài hơn 8 inch. Ngay sau kim loại hàn kết tinh, dùng đầu búa gõ nhẹ lên mối hàn, làm sạch thắt kỹ, và cho phép mối hàn nguội trước khi thực hiện mối hàn tiếp theo. Cố gắng giữ chi tiết sạch sẽ và không quá nóng. Nguyên tắc hàn gang căn bản là giữ chi tiết sạch và nguội.

### **Hàn hồ quang wolfram khí trơ**

Có thể sử dụng kỹ thuật hàn hồ quang wolfram khí trơ (GTAW), còn gọi là hàn TIG, để hàn gang xám, nhưng phương pháp này không có ưu điểm nổi bật nào so với các phương pháp chi phí thấp. Sự nung nóng trước thường được khuyến dùng. Có thể sử dụng que hàn có thành phần hóa học tương tự que hàn dùng trong phương pháp hàn hồ quang kim loại được bảo vệ (SMAW).

### **Hàn hồ quang kim loại khí trơ**

Phương pháp hàn hồ quang kim loại khí trơ (GMAW), còn gọi là hàn MIG, có thể được dùng để hàn gang dẻo, mặc dù phương pháp này không thích hợp để hàn gang xám khi năng suất là yếu tố quan trọng. Phương pháp GMAW có tốc độ lắng đọng cao, độ ngẫu giới hạn, được đề nghị để hàn các chi tiết có chiều dày 1/4 inch trở lên.

### **Hàn hồ quang lõi trợ dung**

Hàn hồ quang lõi trợ dung (FCAW) là phương pháp cung cấp dây điện cực nóng chảy liên tục vào vũng hàn. Phương pháp FCAW có tốc độ lắng đọng cao với độ ngẫu giới hạn, được đề nghị để hàn các chi tiết có chiều dày 1/4 inch trở lên.

### **Hàn thau**

Ứng dụng phổ biến của phương pháp hàn thau là sửa chữa các vật đúc bằng gang xám. Hợp kim gốc đồng thường được dùng để hàn các chi tiết bị nứt, gãy, hoặc bù đắp các phần bị thiếu hoặc bị mòn.

Phương pháp hàn thau bằng các hợp kim đồng rất hiệu quả đối với mọi loại gang. Với yêu cầu nhiệt độ thấp, phương pháp hàn thau đặc biệt thích hợp để hàn gang dẻo.

Sau đây là các vấn đề liên quan đến quá trình hàn gang bằng phương pháp hàn thau:

- Màu của hợp kim đồng không tương hợp với màu của gang.



- Khả năng chống ăn mòn của kim loại hàn và kim loại nền khác nhau.
- Sự ăn mòn điện hóa có thể trở thành vấn đề khi hàn các kim loại khác nhau.
- Độ bền của mối hàn thau suy giảm rất nhanh khi nhiệt độ tăng.

Đối với gang, có thể áp dụng chế độ gia nhiệt trước cục bộ hoặc trải rộng trên diện tích lớn. Điều này hoàn toàn phụ thuộc vào kích thước vật đúc. Vật đúc lớn cần nung nóng trước trên diện tích lớn.

Nhiệt độ nung nóng trước có ý nghĩa quan trọng. Nếu quá nóng hoặc quá nguội, kim loại hàn sẽ không thấm ướt (tráng) mối ghép. Gang ít khi cần gia nhiệt trước đến trên 1000<sup>0</sup>F, và thường được nung nóng đến các nhiệt độ thấp hơn. Thành phần hóa học của kim loại nền sẽ xác định nhiệt độ nung nóng trước. Chú ý: Cung cấp nhiệt bổ sung cho quá trình hàn thau theo từng thời gian ngắn.

### Những điểm cần lưu ý

- Làm sạch các bề mặt thật kỹ, vì nhiệt độ hàn thau thấp, không thể loại bỏ các oxide và tạp chất khác. Chú ý: Nhiệt độ thấp ít khi gây biến dạng hoặc rạn nứt mối hàn. Khuyết tật của mối hàn dọc theo đường nối thường do quá trình làm sạch, sử dụng chất trợ dung, hoặc tráng thiếc không chính xác.
- Gia nhiệt trước thường không cần thiết khi hàn thau, nhưng trong một số trường hợp, sự gia nhiệt nhẹ có thể cải thiện kết quả hàn. Chú ý: Sự thấm ướt và tráng thiếc có thể bị trở ngại nếu nhiệt độ gia nhiệt trước quá thấp hoặc quá cao.
- Hàn thau đối với gang không yêu cầu nhiệt luyện sau. Làm nguội chậm bằng cách bọc mối hàn trong vật liệu cách nhiệt thích hợp.
- Nên sử dụng que hàn thau BCuZn-A để hàn gang.
- Sử dụng ngọn lửa oxyacetylene trung tính để hàn gang xám, và ngọn lửa oxy hóa nhẹ đối với gang dẻo.
- Chất trợ dung thích hợp là cần thiết để duy trì bề mặt sạch sẽ và hỗ trợ lực hút mao dẫn trong quá trình hàn thau.

### Hàn vảy cứng

Phương pháp hàn vảy cứng bằng mỏ hàn hơi đối với gang ít được sử dụng trong sản xuất và/hoặc sửa chữa, bảo trì. Quy trình hàn được thực hiện bằng cách nung nóng gang đến trên 800<sup>0</sup>F, sau đó cho kim loại hàn chảy vào giữa các bề mặt lấp khít bằng lực hút mao dẫn. Phương pháp hàn vảy cứng đối với gang được gọi là hàn vảy



*cứng hợp kim bạc*, vì phương pháp này sử dụng hợp kim gồm bạc, đồng, và/hoặc kẽm cùng với các lượng nhỏ nguyên tố hợp kim khác.

### **Những điểm cần lưu ý**

- Khe hở giữa các chi tiết không được lớn hơn 0,002 đến 0,006 inch. Khe hở lớn sẽ làm yếu mối hàn.
- Làm sạch bề mặt thật kỹ bằng cách loại bỏ toàn bộ dầu, mỡ, các oxide hoặc tạp chất khác. Phương pháp làm sạch cơ học là sử dụng giấy nhám. Ngâm trong acid là phương pháp làm sạch hóa học thông dụng.
- Các tạp chất trên bề mặt gang xám cũng thường được loại bỏ bằng cách treo chi tiết trong thùng hở chứa muối nóng chảy có xúc tác và cho dòng điện chạy qua chúng.
- Sử dụng chất trợ dung thích hợp để làm sạch bề mặt và ngăn sự oxy hóa trong quá trình hàn.
- Nên sử dụng que hàn vảy cứng BCuZn-A để hàn gang.

### **Hàn vảy mềm**

Phương pháp hàn vảy mềm bằng mỏ hàn hơi được sử dụng để hàn gang bằng cách gia nhiệt chi tiết đến nhiệt độ dưới 800<sup>o</sup>F. Phương pháp này chủ yếu được dùng để sửa chữa các vật đúc hoặc bù đắp các khiếm khuyết trên bề mặt. Mặc dù khó, nhưng phương pháp hàn vảy mềm đã được áp dụng để hàn gang xám, gang dẻo, và gang cầu có chiều dày 1/8 đến 3/4 inch.

### **Chú ý**

Gang xám đặc biệt khó hàn bằng phương pháp hàn vảy mềm, vì hàm lượng sắt graphit trong loại gang này ngăn cản hợp kim hàn nóng chảy liên kết một cách thỏa đáng. Gang trắng gần như không thể hàn với phương pháp hàn vảy mềm.

### **Những điểm cần lưu ý**

- Bảo đảm bề mặt tuyệt đối sạch trước khi hàn, nếu không, các tạp chất bề mặt sẽ cản trở quá trình thấm ướt (tráng thiếc).
- Giữa hoặc gia công các bề mặt của vật đúc để có thể lấp khít chúng và loại bỏ mọi trở ngại đối với quá trình thấm ướt.
- Tránh làm vật đúc bị quá nhiệt cục bộ. Sự gia nhiệt quá mức có thể làm nứt vật đúc.
- Sử dụng các chất trợ dung có tính ăn mòn, tương tự các chất trợ dung dùng để hàn vảy mềm đối với thép không gỉ.
- Luôn luôn làm nguội mối hàn một cách đồng đều để ngăn kim loại hàn bị tách khỏi kim loại nền.

## Chương 10

# SẮT RÈN

Sắt rèn được sản xuất bằng cách nấu chảy các thỏi gang trong lò puddling để loại bỏ hầu hết carbon và các tạp chất khác, chẳng hạn, silic và mangan. Sắt tinh luyện được phối trộn với xỉ silicate-oxide sắt để tạo ra cấu trúc sợi của sắt rèn. Nhờ cấu trúc này, sắt rèn có độ bền kéo cao, độ dẻo cao, chống ăn mòn và chống mỏi tốt.

Sắt rèn có độ bền kéo khoảng 45.000 psi, nóng chảy ở nhiệt độ gần 2800<sup>o</sup>F, cao hơn điểm nóng chảy của xỉ sắt rèn vài trăm độ. Loại sắt này có hàm lượng carbon rất thấp; thấp nhất trong các loại sắt thương mại.

### PHƯƠNG PHÁP HÀN VÀ NỐI GHÉP SẮT RÈN

Có thể sử dụng phương pháp oxyacetylene hoặc hàn thau để hàn sắt rèn. Các mối hàn thau không bền bằng mối hàn oxyacetylene.

#### Hàn oxyacetylene

Phương pháp oxyacetylene đã được sử dụng để hàn sắt rèn từ lâu. Tuy nhiên, cần lưu ý là các mối hàn không có cấu trúc của sắt rèn.

#### Những điểm cần lưu ý

- Sử dụng ngọn lửa oxyacetylene trung tính để hàn sắt rèn.
- Sử dụng que hàn hơi thép hợp kim thấp (RG 60) hoặc thép carbon thấp (RG 45). Không dùng các que hàn thép carbon cao để tăng độ bền của mối hàn. Kết quả thường rất xấu.
- Hàn sắt rèn không cần chất trợ dung. Mối hàn và các bề mặt kế cận được bảo vệ tốt đối với sự oxy hóa, vì xỉ nóng chảy ở nhiệt độ thấp hơn nhiều so với kim loại nền sắt rèn.
- Không nên khuấy động quá mức đối với vũng hàn nóng chảy. Điều này thường dẫn đến sự hình thành oxide do oxy kết hợp với các nguyên tố trong vũng hàn.
- Các kiểu nối ghép có thể chấp nhận bao gồm: chống mí, chữ T, đầu mí rãnh V, mối ghép bích, và mối ghép nút.

#### Chú ý

Khi hàn sắt rèn bằng ngọn lửa oxyacetylene, xỉ sẽ nóng chảy trên bề mặt ở nhiệt độ tương đối thấp. Đây là dấu hiệu nóng chảy giả. Giữ que

hàn chìm trong vũng chảy này và tiếp tục gia nhiệt cho đến khi kim loại nền nóng chảy thực sự.

### **Hàn thau**

Trong phương pháp hàn thau, kim loại hàn nóng chảy trên 842°F, nhưng thấp hơn điểm nóng chảy của kim loại nền. Nói cách khác, kim loại nền không nóng chảy như khi hàn bằng oxyacetylene. Hàn thau cũng khác với hàn vảy cứng hoặc hàn vảy mềm, kim loại hàn không phân phối vào mối ghép nhờ tác động mao dẫn, mà lắng đọng và dính chặt với kim loại nền. Mặc dù mối hàn thau không bền bằng mối hàn oxyacetylene, nhưng do sử dụng nhiệt độ thấp, phương pháp hàn thau ít tạo ra ứng suất và sự biến dạng.

### **Những điểm cần lưu ý**

- Sử dụng ngọn lửa oxyacetylene trung tính để hàn sắt rèn bằng phương pháp hàn thau.
- Sử dụng que hàn hơi đồng đỏ (RB CuZn-A), que hàn hơi nickel (RB CuZn-B), hoặc que hàn hơi đồng đỏ mangan (R CuZn-C).
- Sử dụng chất trợ dung (dạng lỏng, kem, hoặc bột) được sản xuất để hàn gang hoặc sắt rèn bằng phương pháp hàn thau.
- Kiểu mối ghép tương tự kiểu được dùng trong phương pháp hàn oxyacetylene.

# Chương 11

## THÉP CARBON

Sự phân biệt rạch ròi giữa thép và gang không phải lúc nào cũng dễ dàng. Điều này càng khó hơn khi hàm lượng carbon của cả hai loại đều gần 2% (mức carbon dùng để phân loại chúng). Nếu hàm lượng carbon trên 2%, kim loại được xếp loại là gang (gang, sắt rèn,...). Trái lại, hàm lượng carbon dưới 2%, kim loại được gọi là thép. Bảng 11-1 liệt kê một số công dụng phổ biến của thép carbon.

### THÉP CARBON THẤP

Thép carbon thấp (còn gọi là *thép mềm* hoặc *thép carbon mềm*) là thép có hàm lượng carbon không quá 0,30%. Lượng carbon tối thiểu trong loại thép này dao động từ 0,05 đến 0,08%. Hàm lượng carbon dưới 0,05% biểu thị loại sắt tinh khiết, được gọi là *sắt thỏi*.

#### Chú ý

Các loại thép carbon thấp (hàm lượng carbon dưới 0,25%; sulfur và phosphor dưới 0,04%) có thể hàn dễ dàng với hầu hết các phương pháp hàn. Không yêu cầu các biện pháp phòng ngừa đặc biệt; nhiệt hàn không ảnh hưởng đến các tính chất căn bản của chúng.

Các thép carbon thấp có điểm nóng chảy khoảng 2600-2700<sup>o</sup>F. Xi trong các loại thép này nóng chảy ở nhiệt độ thấp hơn, do đó, không cần chất trợ dung. Với nhiều tính chất tuyệt vời, thép carbon thấp là loại được sử dụng rộng rãi nhất trong công nghiệp ngày nay. Thứ nhất, và có lẽ quan trọng nhất, chúng tương đối rẻ. Thép carbon thấp cũng dai, dẻo, dễ hàn và gia công.

#### Chú ý

Thép pha đồng là thép carbon thấp chứa khoảng 0,20% đồng. Hàm lượng đồng vượt quá giá trị này thường gây rạn nứt bề mặt kim loại nung xung quanh mối hàn. Có thể sử dụng các phương pháp hàn dùng cho những loại thép carbon thấp khác để hàn thép pha đồng.

#### Những điểm cần lưu ý

- Hàn hồ quang kim loại được bảo vệ
  - a. Sử dụng phương pháp hồ quang kim loại được bảo vệ để hàn thép mềm trong khoảng carbon thấp. Khi hàm lượng carbon tăng, nung

**Bảng 11-1. Các ứng dụng của thép carbon**

Loại carbon	Hàm lượng carbon (%)	Công dụng
Thấp	0,05 - 0,15	Dây xích, đinh, ống, rivê, vít, các tấm dùng cho quá trình ép và dập, dây thép
	0,15 - 0,30	Thanh, tấm, các dạng thép xây dựng
Trung bình	0,30 - 0,45	Trục bánh xe, thanh truyền, trục truyền động
Cao	0,45 - 0,60	Trục khuỷu, lưỡi dụng cụ cao
	0,60 - 0,75	Lò xo xe hơi, đe, lưỡi cưa vòng, búa tạ
Rất cao	0,75 - 0,90	Đục, mũi đột
	0,90 - 1,00	Dao, kéo, lò xo
	1,00 - 1,10	Dao phay, bàn ren, mũi tarô
	1,10 - 1,20	Dao tiện, dụng cụ gia công gỗ
	1,20 - 1,30	Giũa, dao doa
	1,30 - 1,40	Khuôn kéo sợi
	1,40 - 1,50	Cửa kim loại

nóng trước khi hàn và nhiệt luyện sau khi hàn để thu được mối hàn thỏa đáng.

- b. Sử dụng điện cực thép mềm (E60XX) và điện cực hydro thấp (E6015 hoặc E6016) để hàn thép carbon thấp.
- c. Sử dụng kỹ thuật hàn đặc biệt và điện cực thích hợp để tránh rạn nứt mối hàn khi làm việc với thép carbon trung bình trong khoảng carbon cao.
- d. Nhiệt luyện sau khi hàn là cần thiết.

• Phương pháp hàn oxyacetylene

- a. Thường được ứng dụng để hàn các ống hoặc tấm mỏng.
- b. Do nhiệt độ nóng chảy của thép mềm và xỉ của nó chênh lệch nhiều, không cần sử dụng chất trợ dung. Tuy nhiên, sự chọn lựa que hàn rất quan trọng, và phụ thuộc vào thành phần hóa học của kim loại nền. Thành phần này cũng xác định loại ngọn lửa được sử dụng. Ba loại que hàn được đề nghị để hàn thép carbon thấp (mềm) là: (1) thanh thép hợp kim (GA 60 AWS), (2) thanh thép sức căng cao (GA 60 AWS), và (3) thanh thép carbon thấp (mềm) (GA 50 AWS).
- c. Thanh thép hợp kim tạo ra mối hàn có độ bền kéo trên 60.000 psi. Mối hàn được thực hiện với thanh thép carbon thấp có độ bền kéo hơi thấp hơn, nhưng tối thiểu là 52.000 psi.
- d. Khi dùng thanh thép hợp kim, nên chọn ngọn lửa trung tính hoặc ngọn lửa hơi dư acetylene. Khi hàn bằng thanh thép sức căng cao hoặc thép carbon thấp, sử dụng ngọn lửa khử oxy nhẹ (với ngọn lửa

khử oxy, tốc độ hàn sẽ tăng chút ít). Tuyệt đối không sử dụng ngọn lửa oxy hóa, vì sẽ tạo ra các oxide trên bề mặt. Các oxide này có thể lẫn vào mối hàn và làm yếu mối hàn. Sự vắng tone quá mức là dấu hiệu của ngọn lửa oxy hóa.

- e. Kỹ thuật hàn ngược thích hợp hơn kỹ thuật hàn thuận. Trong kỹ thuật hàn ngược, ngọn lửa được hướng ngược vào mối hàn để thực hiện chức năng bảo vệ, hạn chế khả năng tạo thành oxide. Kỹ thuật này cũng cho phép giảm chuyển động của mỏ hàn và que hàn, ít bận tâm về kim loại, và tăng tốc độ hàn.
- f. Thường không cần chất trợ dung, vì nhiệt độ nóng chảy của thép mềm và xỉ của nó chênh lệch khá lớn.
- g. Sự chọn lựa que hàn rất quan trọng và phụ thuộc vào thành phần hóa học của kim loại nền. Thành phần này cũng xác định loại ngọn lửa được sử dụng.
- h. Nền nhiệt luyện sau khi hàn.

## THÉP CARBON TRUNG BÌNH

Hàm lượng carbon trong *thép carbon trung bình* dao động từ 0,30 đến 0,45%. Do hàm lượng carbon cao hơn, loại thép này khó hàn hơn thép carbon thấp. Thép carbon trung bình cứng hơn và bền hơn thép mềm, nhưng khi hàn, các thép trong khoảng carbon cao của chúng có xu hướng giòn.

### Những điểm cần lưu ý

- Sử dụng điện cực hydro thấp khi hàn thép carbon trung bình bằng phương pháp SMAW.
- Với các điện cực E-6015, E-6016, và E-6018, cần gia nhiệt kim loại nền trước khi hàn để giảm rạn nứt. Sử dụng các điện cực này khi cần lắng đọng lượng kim loại hàn lớn.

## THÉP CARBON CAO

*Thép carbon cao* chứa khoảng 0,45 - 0,75% carbon. Loại thép này thường được dùng để chế tạo dao, lưỡi cưa, mũi khoan, và các dụng cụ. Nói chung là chế tạo các vật dụng cần bề mặt cứng, dai để chống mài mòn. Một số cách phân loại thép carbon còn bổ sung phân nhóm thứ tư với hàm lượng carbon cao hơn (0,75-1,5%), và được gọi là *thép carbon rất cao*. Do độ cứng rất cao và nhiều tính chất khác của chúng, mối hàn có chất lượng thấp. Loại thép carbon này ít khi được hàn, ngoại trừ mục đích sửa chữa.

### Những điểm cần lưu ý

- Vấn đề chính đối với thép carbon cao (và thép carbon rất cao) là chúng yêu cầu kiểm soát sự gia nhiệt trước và sau khi hàn. Nhiệt độ nung nóng trước và sau khi hàn phải được duy trì trong khoảng xác định. Sau đây là các khoảng nhiệt độ được đề nghị:
  - a. Đối với thép có hàm lượng carbon 0,45 đến 0,65%, gia nhiệt trước đến nhiệt độ 94 - 204<sup>o</sup>C.
  - b. Đối với thép có hàm lượng carbon trên 0,65%, gia nhiệt trước đến nhiệt độ 204 - 371<sup>o</sup>C.
  - c. Gia nhiệt sau tất cả các loại thép carbon cao đến nhiệt độ 592 - 650<sup>o</sup>C.
- Có thể hạn chế các ảnh hưởng xấu của nhiệt hàn bằng cách duy trì tốc độ hàn nhanh.
- Sử dụng điện cực hydro thấp khi hàn thép carbon cao bằng phương pháp SMAW. Các điện cực này sẽ giảm đáng kể khả năng rạn nứt.
- Nhiều loại thép carbon cao yêu cầu xử lý nhiệt sau khi hàn để giảm ứng suất.



## Chương 12

### THÉP HỢP KIM

Các hợp kim thép bắt đầu với chính bản thân thép, vì thép là hợp kim của sắt và carbon. Trong quá trình sản xuất thép, các nguyên tố khác sẽ xuất hiện với hàm lượng nhỏ, ví dụ:

- Mangan.
- Phosphor.
- Sulfur.
- Silic.

Khi bốn nguyên tố này hiện diện với hàm lượng bình thường của chúng, sản phẩm được gọi là *thép carbon thường*. Độ bền của loại thép này chủ yếu phụ thuộc vào hàm lượng carbon. Tính dẻo của thép carbon thường giảm khi hàm lượng carbon tăng. Khả năng biến cứng của loại thép này khá thấp. Ngoài ra, các nhiệt độ cao và thấp cũng làm biến chất thép carbon thường. Chúng bị ăn mòn trong hầu hết các môi trường.

#### PHÂN BIỆT CÁC LOẠI THÉP

Sự phân biệt thép carbon thường và thép hợp kim vẫn còn nhiều điều cần bàn cãi. Cả hai đều chứa carbon, mangan, và thường có cả silic. Đồng và bor cũng có khả năng hiện diện trong hai loại thép này. Thép chứa hơn 1,65% mangan; 0,60% silic; hoặc 0,60% đồng được gọi là *thép hợp kim*. Thép cũng được xem là thép hợp kim nếu có một nguyên tố hợp kim khác với lượng xác định. Nguyên tố hợp kim phổ biến nhất là chrom, nickel, molybden, vanadi, wolfram, cobalt, bor, và đồng; ngoài ra, mangan, silic, phosphor, và sulfur cũng thường hiện diện với lượng lớn hơn. Xem Bảng 12-1.

#### Thép carbon thường

Thép carbon thường được chia thành các phân nhóm:

- Thép carbon thấp (dưới 0,30% carbon).
- Thép carbon trung bình (0,30 đến 0,80% carbon).
- Thép carbon cao (trên 0,80% carbon).

## Hiệu quả của thép hợp kim

Các nguyên tố hợp kim được bổ sung vào thép với tỷ lệ nhỏ, thường dưới 5%, để cải thiện độ bền hoặc khả năng tôi. Với sự bổ sung các nguyên tố hợp kim với lượng lớn hơn nhiều, thường đến 20%, thép hợp kim sẽ có các tính chất đặc biệt, chẳng hạn, chống ăn mòn, ổn định ở các nhiệt độ cao hoặc thấp. Trong quá trình sản xuất thép, nhiều phụ gia được đưa vào để loại bỏ oxy hòa tan ra khỏi kim loại

**Bảng 12-1.** Các nguyên tố hợp kim đối với thép

Nguyên tố	Điểm nóng chảy (°C)	Ứng dụng	Kết quả
Nhôm	658	Một ít nhôm vẫn còn trong thép	Khử oxy và tạo bề mặt mịn. Loại bỏ các tạp chất.
Chrom	1615	Thép không gỉ, dụng cụ, và các chi tiết máy	Cải thiện độ cứng của thép với các lượng nhỏ.
Cobalt	1467	Dụng cụ cắt tốc độ cao	Bổ sung tinh cắt cho thép, đặc biệt ở các nhiệt độ cao.
Đồng	1082	Vật liệu tấm	Làm chậm quá trình rỉ sét
Chi	327	Các chi tiết máy	Chi và thiếc tạo thành lớp chống rỉ sét trên thép
Mangan	1245	Đường ray và ghi đường sắt	Ngăn tinh giòn nóng bằng cách kết hợp với sulfur. Khử oxy, tăng độ dai và khả năng chống mòn
Molybden	2535	Chi tiết máy và dụng cụ	Tăng độ dẻo, độ bền, chống va đập.
Nickel	1452	Thép không gỉ. Chi tiết máy và dụng cụ chịu acid	Lượng lớn: chịu nhiệt, tăng độ bền, độ dai, và độ cứng cho thép
Phosphor (quặng)	43	Một số thép hợp kim thấp	Đến 0,05%, tăng giới hạn chảy.
Silic	1420	Các vật đúc chính xác	Loại bỏ các chất khí ra khỏi thép. Bổ sung độ bền.
Sulfur	120	Một số chi tiết gia công	Tăng tính gia công của thép
Thiếc	232	Đồ hộp và soong chảo	Tạo lớp phủ chống ăn mòn.
Titan	1800	Dùng trong thép hợp kim thấp	Làm sạch và tạo thành carbide
Wolfram	3400	Dùng cho các nam châm và dao cắt tốc độ cao	Giúp thép duy trì độ cứng và độ dai ở nhiệt độ cao
Vanadi	1780	Lò xo, dụng cụ, và chi tiết máy	Giúp tăng độ bền và độ dẻo.
Kẽm	420	Dây thép, vật liệu phủ, và tấm lợp	Tạo lớp phủ chống ăn mòn trên thép.
Zirconi	1850	Các dụng cụ và chi tiết máy	Khử oxy, loại bỏ oxy và nitơ. Tạo bề mặt mịn.

nóng chảy. Bảng 12-2 trình bày điểm nóng chảy của các kim loại và hợp kim khác nhau.

- Mangan, silic, và nhôm thường được dùng để khử oxy.
- Nhôm và vanadi (với lượng ít hơn), columbi, và titan được sử dụng để điều khiển cỡ hạt austenite.
- Sulfur, chì, selen, và tellur được dùng để cải thiện tính gia công.
- Mangan, silic, nickel, và đồng làm tăng độ bền do tạo thành các dung dịch rắn trong cấu trúc ferrite.
- Chrom, vanadi, molybden, wolfram, và các nguyên tố khác làm tăng độ bền nhờ sự hình thành các carbide pha-hai phân tán.
- Columbi, vanadi, và zirconi có thể được sử dụng để điều khiển cỡ hạt ferrite.
- Nickel và đồng được bổ sung vào các thép hợp kim thấp để cải thiện khả năng chống ăn mòn.

**Bảng 12-2.** Nhiệt độ nóng chảy của các kim loại và hợp kim

Nguyên tố	Nhiệt độ nóng chảy ( $^{\circ}\text{F}$ )	Hợp kim	Nguyên tố	Nhiệt độ nóng chảy ( $^{\circ}\text{F}$ )	Hợp kim	
Carbon	3500		Bạc	1800	Đồng thau	
	3400			1700		
	3300			1600		Đồng đỏ
	3200			1500		
Chrom	3100		Nhôm	1400	Magne	
	Sắt tinh khiết			3000		Sắt rèn
Thép mềm	2900	Thép không gỉ, 12% chrom		1200		
	2800			1100		
	2700			Cobalt		1000
Nickel	2600	Silic		900	Hợp kim magne	
Thép không gỉ, 19% chrom	2500		Kẽm	800		
	2400			700		
Mangan	2300	Gang	Chì	600		
	2200			500		
	2100		Đồng	Thiếc		400
	2000					
1900						

## XÁC ĐỊNH THÉP

Người thợ hàn phải có khả năng xác định các kim loại được hàn. Ngoài cách kiểm tra bằng nam châm để xác định kim loại có từ tính hay không, màu sắc là cơ sở để xác định thành phần cấu tạo của kim loại. Kiểm tra điểm nóng chảy là phương pháp xác định thành phần cấu tạo của kim loại chính xác hơn. Có rất nhiều nguồn tra cứu điểm nóng chảy của hầu hết kim loại.

### Phương pháp xác định thép

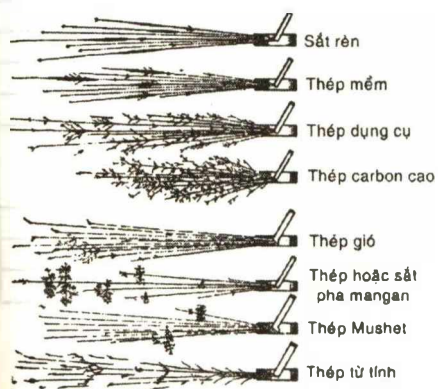
Có nhiều phương pháp xác định thép. Với thép đã sử dụng và dự định dùng hoặc hàn cho mục đích khác, trước hết cần kiểm tra khả năng thực hiện công việc mới của thép. Ba cách xác định kim loại được trình bày trên Bảng 12-3, 12-4, và Hình 12-1. Trong phương pháp kiểm tra tia lửa, hình dạng và màu sắc của các tia lửa phát ra

**Bảng 12-3.** Xác định kim loại qua bề ngoài

Kim loại hoặc hợp kim	Vết gầy	Bề mặt chưa gia công	Mới gia công
Thép hợp kim	Xám	Xám đậm; nhám; các vết cán hoặc rèn có thể nổi rõ	Rất láng; xám sáng
Đồng	Màu đỏ	Nâu đỏ nhiều sắc độ đến xanh lá, do các oxide	Đỏ đồng sáng, mờ dần theo thời gian
Đồng thau và đồng đỏ	Đỏ đến vàng; láng.	Láng; xanh lá, nâu, hoặc vàng, do các oxide.	Đỏ đến vàng pha trắng, rất láng
Nhôm và các hợp kim	Trắng	Có dấu đục hoặc cán; màu xám rất nhạt	
Monel	Xám nhạt	Láng; xám đậm	Rất láng; xám nhạt
Nickel	Gần như trắng	Láng; xám đậm	Rất láng; trắng
Chì	Tinh thể trắng	Láng mượt; trắng đến xám	Rất láng; trắng
Gang trắng	Tinh thể trắng bạc rất mịn	Dấu vết khuôn cát; xám đục	Ít khi được gia công
Gang xám	Xám đậm	Dấu vết khuôn cát; màu xám rất đục	Khá láng; xám nhạt
Gang dẻo	Xám đậm	Dấu vết khuôn cát; xám đục	Bề mặt láng; xám nhạt
Sắt rèn	Xám sáng	Xám nhạt; láng	Bề mặt rất láng; xám nhạt
Thép carbon thấp, thép đúc	Xám sáng	Xám đậm; vết rèn có thể nổi rõ; dấu khuôn đúc	Rất láng; xám sáng
Thép carbon cao	Xám rất nhạt	Xám đậm; các vết cán hoặc rèn có thể nổi rõ	Rất láng; xám sáng

**Bảng 12-4.** Xác định kim loại qua mảnh cắt (đục)

Kim loại/ hợp kim	Bề ngoài mảnh cắt	Kích thước mảnh cắt	Khả năng cắt
Đồng	Láng; các mép răng cưa tại vị trí đục	Liên tục	Rất dễ cắt
Đồng thau và đồng đỏ	Láng; các mép răng cưa tại vị trí đục	Liên tục	Dễ cắt; giòn hơn đồng
Nhôm và các hợp kim	Láng; các mép răng cưa tại vị trí đục	Liên tục	Rất dễ cắt
Monel	Các mép láng	Liên tục	Dễ cắt
Nickel	Các mép láng	Liên tục	Dễ cắt
Chi	Mềm; có thể cắt theo hình dạng bất kỳ	Liên tục	Có thể cắt bằng dao nhíp
Gang trắng	Mảnh cắt vỡ vụn		Độ giòn không cho phép đục liên tục với các mép láng
Gang xám	Các mảnh cắt vỡ vụn, nhưng có thể đục rãnh khả láng	1/8 inch	Khó đục, do các mảnh cắt bị vỡ ra khỏi kim loại nền
Gang dẻo	Các mảnh cắt không vỡ vụn như gang	1/4-3/8 inch	Rất dai, khó đục hơn gang
Sắt rèn	Mép cắt láng	Liên tục	Mềm và dễ cắt hoặc đục
Thép carbon thấp, thép đúc	Mép cắt láng	Liên tục	Dễ cắt hoặc đục
Thép carbon cao	Vết cắt mịn; các mép có màu nhạt hơn thép carbon thấp	Liên tục	Thường rất cứng, nhưng có thể đục



**Hình 12-1.** Kiểm tra tia lửa để xác định kim loại.

khi mài kim loại với đá mài sẽ khác nhau. Chỉ cần thực hành một thời gian ngắn, người thợ hàn có thể xác định loại thép đang được kiểm tra.

### GANG HỢP KIM CAO

Đối với gang hợp kim không nhiệt luyện, các nguyên tố hợp kim thường được chọn để thay đổi tính chất của gang bằng cách tác động đến sự hình thành graphite hoặc cementite

(sắt carbide  $Fe_3C$ ). Nghĩa là thay đổi hình thái học của pha giàu carbon, hoặc chỉ tăng bền cho vật liệu nền. Các nguyên tố hợp kim thường được bổ sung với lượng nhỏ để cải thiện độ bền hoặc tính chống mòn. Gang hợp kim cao thường được sản xuất để cung cấp tính chống ăn mòn, đặc biệt ở nhiệt độ cao thường gặp trong công nghiệp hóa học.

Gang xám austenite là một trong các loại gang hợp kim cao khá thông dụng. Chúng chứa khoảng 14% Ni, 5% Cu, và 2,5% Cr. Loại gang này có khả năng chống ăn mòn tốt trong acid và kiềm ở nhiệt độ đến  $800^{\circ}C$  ( $1400^{\circ}F$ ).

## THÉP DỤNG CỤ

Thép dụng cụ có khả năng chống mài mòn, độ dai, và độ bền cao. Về cơ bản, chúng là các hợp kim carbon cao. Công nghệ hóa học cung cấp sự cân bằng giữa độ dai và khả năng chống mòn mong muốn cho loại thép này.

Bảng 12-5 trình bày vài hệ thống phân loại thép dụng cụ.

**Bảng 12-5.** Các loại thép dụng cụ căn bản theo SAE (Hiệp hội Kỹ sư Ôtô Hoa Kỳ)

Loại	Cấp AISI-SAE
Tôi bằng nước	W
Gia công nguội	O      Tôi trong dầu
	A      Hợp kim trung bình tôi trong không khí
	D      Carbon cao/chrom cao
Chịu va đập	S
Tốc độ cao	T      Gốc wolfram
	M      Gốc molybden
Gia công nóng	H H1-H19: gốc chrom H20-H39: gốc wolfram H40-H59: gốc molybden
Khuôn chất dẻo	P
Công dụng đặc biệt	L      Hợp kim thấp
	F      Carbon-wolfram