

**HARDOX<sup>®</sup>**  
WEAR PLATE

# HÀN THÉP HARDOX<sup>®</sup>



**SSAB**

## MỤC LỤC

Hàn thép tấm chịu mài mòn Hardox®	3
Phương pháp chuẩn bị liên kết hàn	4
Nhiệt lượng đầu vào	5
Phòng tránh vết nứt do hydro	6
Nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì tối thiểu	8
Nhiệt độ gia nhiệt trước được khuyến nghị	10
Đạt đến và đo nhiệt độ gia nhiệt trước	12
Hàn đập cứng	13
Khuyến nghị để giảm thiểu biến dạng	14
Thời gian làm nguội $t_{8/5}$	16
Trình tự hàn và kích thước khe hở chân	17
Vật liệu hàn	18
Vật liệu hàn bằng thép không gỉ	20
Khí bảo vệ	21
Hàn trên sơn lót	22
Xử lý nhiệt sau hàn	22
Công nghệ hàn mới nhất	23



## Sổ tay hàn SSAB

Nếu muốn khám phá sâu hơn nữa thế giới hàn, xin vui lòng tham khảo Sổ tay hàn SSAB. Cuốn tài liệu dày 132 trang này cung cấp nhiều thông tin chi tiết và các khuyến nghị cho kỹ thuật viên, kỹ sư và các chuyên gia khác. Tài liệu bao gồm các khuyến nghị để đạt được kết quả hàn tốt nhất khi hàn thép tấm chịu mài mòn Hardox® và thép kết cấu Strenx®. Tài liệu mô tả lưu lượng và chu trình nhiệt, cách loại bỏ nguy cơ nứt, cải thiện HAZ, lựa chọn vật liệu hàn và vật liệu hàn cũng như các đặc điểm hình học của liên kết hàn.

Có thể tải về phiên bản kỹ thuật số hoặc đặt mua phiên bản in của Sổ tay hàn SSAB tại [ssab.com/support/steel-handbooks](https://ssab.com/support/steel-handbooks)



# HÀN THÉP TẮM CHỊU MÀI MÒN HARDOX®

Thép tấm chịu mài mòn Hardox® bao gồm cả thép tấm lá, thép tròn trơn, thép ống pipe và tube, kết hợp được hiệu suất độ dẻo và khả năng hàn vượt trội. Có thể sử dụng bất kỳ phương pháp hàn thông thường nào để hàn thép Hardox® với các loại thép có thể hàn khác.

Tài liệu giới thiệu này cung cấp các mẹo và thông tin hữu ích cho những ai muốn đơn giản hóa và nâng cao hiệu quả của các quy trình hàn. Tài liệu đưa ra lời khuyên về mức nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn, nhiệt lượng đầu vào, vật liệu hàn và nhiều thông tin khác.

Với những thông tin thiết thực này, mọi người dùng đều có thể tận dụng tối đa các đặc tính độ dẻo của thép Hardox®. Trong cuốn sách cũng giới thiệu các tài liệu tham khảo sau đây:

- ▶ Tài liệu TechSupport cung cấp thêm thông tin và đề cập đến các chủ đề, chẳng hạn như các biện pháp tránh khuyết tật hàn. Phần này cũng giới thiệu một số nhà cung cấp vật liệu hàn phù hợp. Tài liệu TechSupport có thể được tìm thấy trong Download Center tại [ssab.com/download-center](http://ssab.com/download-center).
- ▶ WeldCalc™ với phiên bản cho máy tính bàn và cho điện thoại, cho phép người dùng tối ưu hóa hiệu suất hàn dựa trên các điều kiện và yêu cầu cụ thể của kết cấu hàn. WeldCalc™ có thể được tải về tại địa chỉ [ssab.com/support/calculators-and-tools](http://ssab.com/support/calculators-and-tools).

Thông tin trong tài liệu này chỉ được cung cấp dưới dạng thông tin chung. SSAB AB không chịu trách nhiệm về tính thích hợp hoặc phù hợp của bất kỳ ứng dụng nào. Người dùng có trách nhiệm xác định tính phù hợp của tất cả các sản phẩm và/hoặc ứng dụng một cách độc lập, đồng thời kiểm tra và xác minh các sản phẩm và/hoặc ứng dụng đó. Thông tin do SSAB AB cung cấp dưới đây được cung cấp "trực tiếp, nguyên trạng" và người dùng chịu trách nhiệm với tất cả các lỗi, các rủi ro liên quan đến những thông tin đó.



## CÁC THÔNG SỐ HÀN QUAN TRỌNG

Để đảm bảo mối hàn chất lượng cao, hãy làm sạch khu vực mối hàn để loại bỏ ẩm ướt, dầu mỡ, các yếu tố ăn mòn hoặc bất kỳ tạp chất nào trước khi hàn. Ngoài việc vệ sinh tốt mối hàn, hãy đặc biệt lưu ý các khía cạnh sau:

- ▶ Lựa chọn vật liệu hàn
- ▶ Nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn
- ▶ Nhiệt lượng đầu vào
- ▶ Trình tự hàn và kích thước khe hở chân của liên kết hàn

# PHƯƠNG PHÁP CHUẨN BỊ MỐI HÀN

Có thể chuẩn bị các liên kết hàn bằng các phương pháp thông thường như cắt và gia công nhiệt. Nếu sử dụng phương pháp cắt nhiệt, sẽ xuất hiện một lớp oxit hoặc nitrua mỏng dày khoảng 0,2 mm (0,0079"). Các lớp này thường được loại bỏ bằng cách mài trước khi hàn.

# NHIỆT LƯỢNG ĐẦU VÀO

Hầu hết các quy trình hàn được thực hiện bằng phương pháp hàn điện một chiều hoặc xoay chiều. Đối với hàn điện một chiều và xoay chiều, nhiệt lượng đầu vào được tính theo công thức sau.

$$Q = \frac{k \cdot U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000} \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/inch}) \end{matrix}$$

*Nhiệt lượng đầu vào dùng cho hàn hồ quang xung có thể được xác định bằng một trong hai công thức sau:*

$$Q = \frac{k \cdot IE}{L \cdot 1000} \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/inch}) \end{matrix}$$

hoặc

$$Q = \frac{k \cdot IP \cdot 60}{v \cdot 1000} \begin{matrix} \text{kJ/mm} \\ (\text{kJ/inch}) \end{matrix}$$

Q = Nhiệt lượng đầu vào kJ/mm (kJ/inch)  
 k = Hiệu suất hồ quang (không thứ nguyên)  
 U = Điện áp [V]  
 I = Cường độ dòng điện [A]  
 v = Tốc độ di chuyển mm/phút (inch/phút)  
 L = Chiều dài mỗi hàn [mm hoặc inch]  
 IE = Năng lượng tức thời [J]  
 IP = Điện năng tức thời [W]

Các quy trình hàn khác nhau có hiệu suất nhiệt khác nhau. Bảng 1 mô tả các giá trị tương đối cho các phương pháp hàn khác nhau.

## Hệ số hiệu suất nhiệt của các phương pháp hàn khác nhau

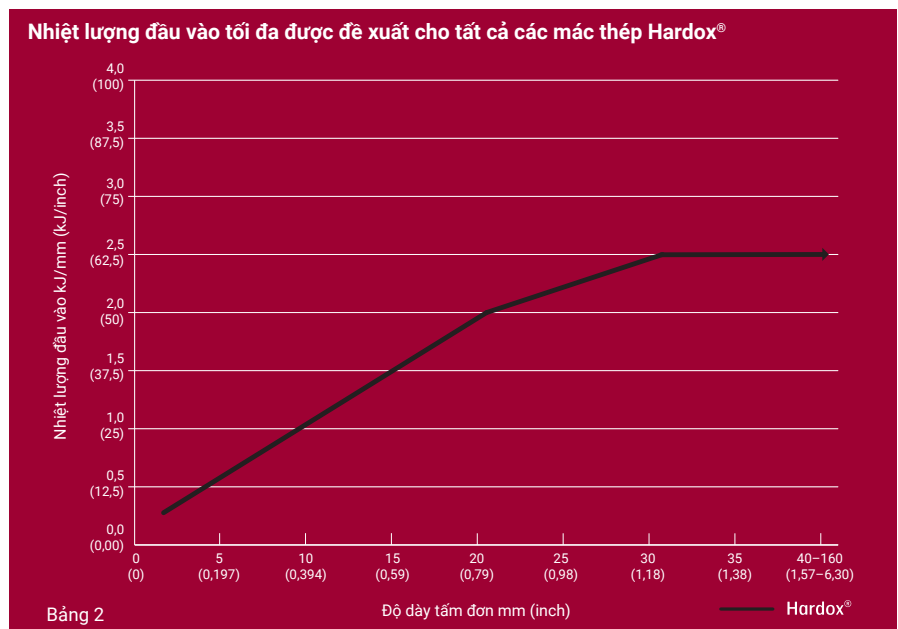
PHƯƠNG PHÁP HÀN	HIỆU SUẤT NHIỆT (K)
MAG/ GMAW	0,8
MMA/ SMAW	0,8
SAW	1,0
TIG/ GTAW	0,6

Bảng 1

Nhiệt lượng đầu vào cao quá mức sẽ làm tăng bề rộng của vùng ảnh hưởng của nhiệt (HAZ), theo đó làm suy yếu các đặc tính cơ học cũng như khả năng chịu mài mòn của HAZ. Chọn mức nhiệt lượng đầu vào thấp khi hàn mang lại những lợi ích như:

- ▶ Tăng khả năng chịu mài mòn của HAZ
- ▶ Giảm biến dạng (mỗi hàn một đường)
- ▶ Tăng độ bền của liên kết hàn
- ▶ Tăng độ bền của liên kết hàn

Tuy nhiên, mức nhiệt lượng đầu vào quá thấp có thể ảnh hưởng tiêu cực đến độ bền va đập (giá trị  $t_{8/5}$  \* dưới 3 giây). Bảng 2 cho biết nhiệt lượng đầu vào tối đa được khuyến nghị (Q) cho thép Hardox®.



\* xem định nghĩa ở trang 16

# PHÒNG TRÁNH NỨT DO HYDRO

Do hàm lượng carbon tương đương tương đối thấp, tất cả các mác thép Hardox® đều có khả năng chống nứt hydro tốt hơn so với các loại thép chịu mài mòn khác.

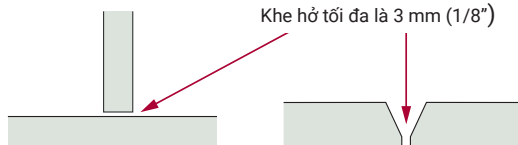
**Giảm thiểu nguy cơ nứt do hydro bằng cách làm theo các khuyến nghị sau:**

- ▶ Gia nhiệt trước khu vực hàn đến nhiệt độ tối thiểu được khuyến nghị.
- ▶ Đo nhiệt độ gia nhiệt trước theo khuyến nghị về gia nhiệt trước khi hàn ở trang 10.
- ▶ Sử dụng các quy trình và vật liệu hàn mà cung cấp hàm lượng hydro tối đa là 5 ml/100 g kim loại mỗi hàn.
- ▶ Làm sạch các tạp chất như rỉ sét, dầu mỡ hoặc băng giá khỏi vết hàn.
- ▶ Chỉ sử dụng các hệ thống phân loại vật liệu hàn được khuyến nghị bởi SSAB. (Xem thêm thông tin về vật liệu hàn ở trang 18.)
- ▶ Áp dụng trình tự hàn thích hợp để giảm thiểu ứng suất dư.
- ▶ Tốt nhất là đặt điểm bắt đầu và điểm kết thúc mỗi hàn cách vị trí góc ít nhất 50-100 mm (2"-4") để tránh ứng suất quá mức ở những khu vực này, xem Hình 1.
- ▶ Tránh kích thước khe hở chân vượt quá 3 mm (1/8"); xem Hình 2.
- ▶ Kích thước khe hở không được vượt quá 3 mm (1/8"); xem Hình 2.

Hình 1



Hình 2







# NHIỆT ĐỘ GIA NHIỆT TRƯỚC VÀ NHIỆT ĐỘ DUY TRÌ GIỮA CÁC ĐƯỜNG HÀN TỐI THIỂU

Điều cần thiết là phải tuân thủ nhiệt độ gia nhiệt trước tối thiểu được khuyến nghị cũng như quy trình lấy và đo nhiệt độ trong và xung quanh liên kết hàn để tránh vết nứt do hydro.

## Ảnh hưởng của các nguyên tố hợp kim đến việc lựa chọn nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn

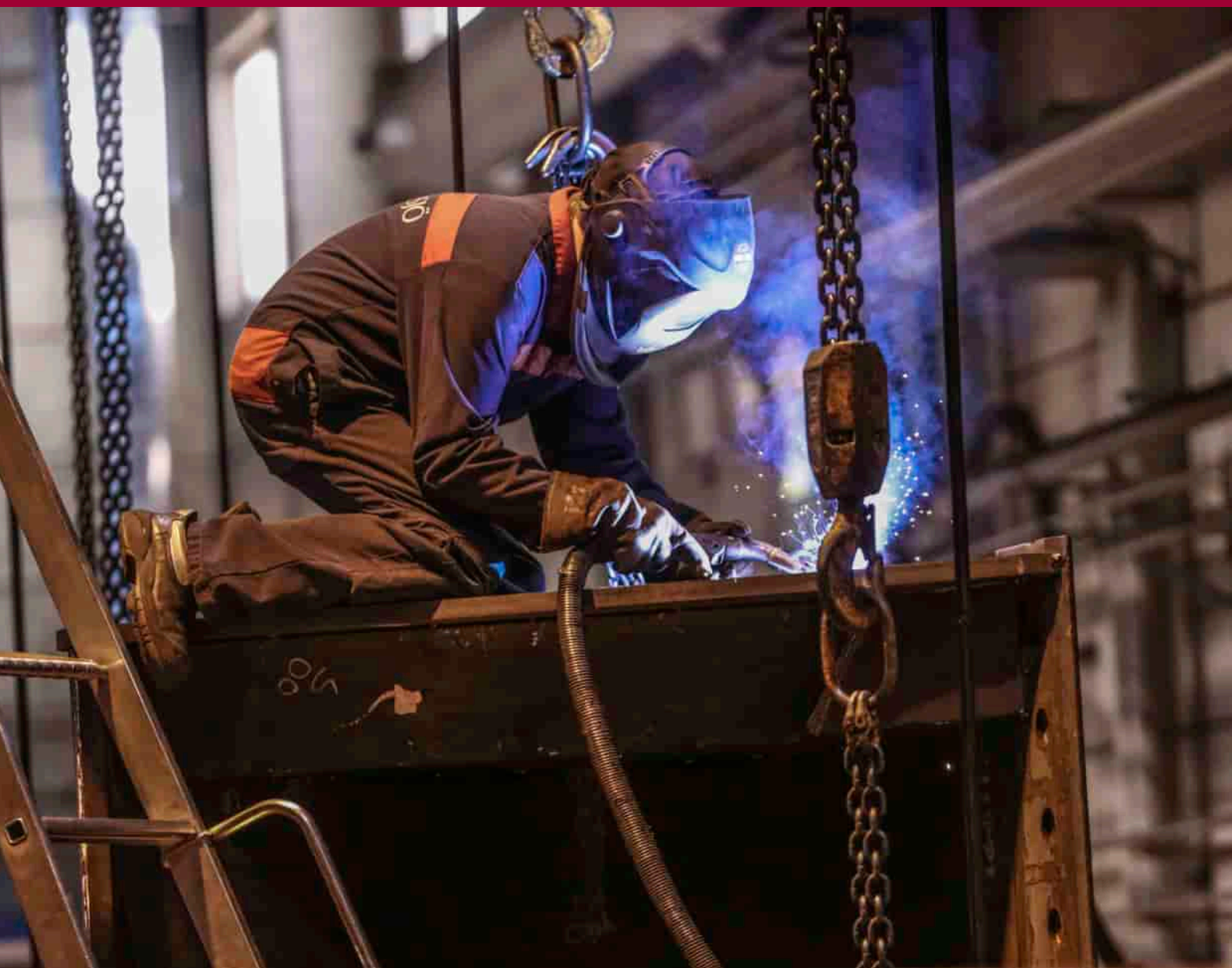
Việc phối trộn độc đáo các nguyên tố hợp kim giúp tối ưu hóa các đặc tính cơ học của thép chịu mài mòn Hardox®. Sự kết hợp này chi phối nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn tối thiểu của thép Hardox® trong quá trình hàn và có thể được sử dụng để tính toán giá trị carbon tương đương. Giá trị carbon tương đương thường được biểu thị dưới dạng CEV hoặc CET theo các công thức được trình bày ở bên phải.

Các nguyên tố hợp kim được nêu trong chứng chỉ chất lượng của thép Hardox® và được công bố theo phần trăm trọng lượng trong hai công thức dưới đây. Một lượng carbon tương đương cao hơn thường yêu cầu nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn cao hơn. Giá trị carbon tương đương điển hình cho tất cả các mác thép Hardox® được đảm bảo trong bảng dữ liệu sản phẩm của SSAB mà có thể tìm thấy tại địa chỉ [www.hardox.com](http://www.hardox.com).

Tuy nhiên, nếu tuân thủ nhiệt độ gia nhiệt trước được nêu trong tài liệu này thì không cần tính toán đến giá trị carbon tương đương.

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{[Mo+Cr+V]}{5} + \frac{[Ni+Cu]}{15} \quad [%]$$

$$CET = C + \frac{[Mn + Mo]}{10} + \frac{[Cr+Cu]}{20} + \frac{Ni}{40} \quad [%]$$



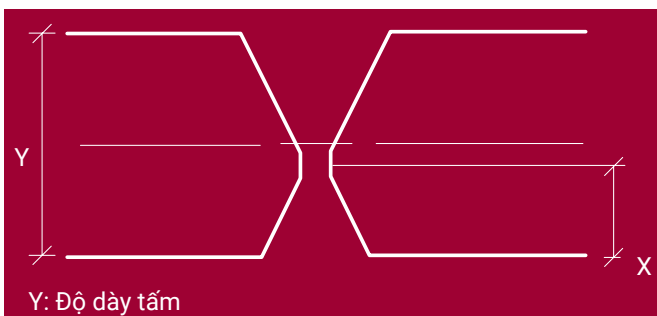


## Nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn cho toàn bộ dòng sản phẩm thép chịu mài mòn Hardox®

Nhiệt độ gia nhiệt trước tối thiểu được khuyến nghị và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn tối đa trong quá trình hàn được thể hiện trong Bảng 3, 4a và 4b. Trừ khi có quy định khác, các giá trị này được áp dụng cho hàn với các vật liệu hàn không hợp kim và hợp kim thấp.

- ▶ Khi các tấm thép\* cùng loại nhưng có độ dày khác nhau được hàn lại với nhau, tấm dày hơn sẽ xác định nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn cần thiết; xem Hình 4.
- ▶ Khi các loại thép khác nhau được hàn lại với nhau, tấm thép\* yêu cầu nhiệt độ gia nhiệt trước cao nhất sẽ xác định nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì cần thiết.
- ▶ Bảng 4a và 4b áp dụng cho nhiệt lượng đầu vào từ 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/inch) trở lên. Nếu sử dụng nhiệt lượng đầu vào 1,0 – 1,69 kJ/mm (25,4 – 42,9 kJ/inch), nên nâng nhiệt độ thêm 25°C (77°F) trên nhiệt độ gia nhiệt trước khuyến nghị.
- ▶ Nếu áp dụng nhiệt lượng đầu vào thấp hơn 1,0 kJ/mm (25,4 kJ/inch), nên sử dụng ứng dụng WeldCalc của SSAB để tính toán nhiệt độ gia nhiệt trước tối thiểu được khuyến nghị.
- ▶ Nếu độ ẩm môi trường cao hoặc nhiệt độ xuống dưới 5°C (41°F), nhiệt độ gia nhiệt trước thấp nhất được khuyến nghị trong Bảng 4a và 4b cần phải tăng thêm 25°C (77°F).
- ▶ Đối với các tấm thép dày hơn 25 mm (0,984"), và các dạng hình học của liên kết hàn, nơi có lớp hàn cấy chân gần với đường tim của tấm thép như các mối hàn đối đầu V-kép, nên dịch chuyển lớp hàn cấy chân ra xa khoảng 5 mm (0,197") khỏi đường tim của tấm thép.

\* Thép tấm, thép tấm lá, thép tròn trơn và thép ống tube.



Hình 3

## Nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn/nhiệt độ gia nhiệt trước tối đa

Hardox® HiTemp**	300°C (572°F)
Hardox® HiTuf**	300°C (572°F)
Hardox® HiAce	225°C (437°F)
Hardox® 400/400 Tube và Thép tròn trơn	225°C (437°F)
Hardox® 450	225°C (437°F)
Hardox® 500/500 Tube	225°C (437°F)
Hardox® 500 Tuf	225°C (437°F)
Hardox® 550	225°C (437°F)
Hardox® 600	225°C (437°F)
Hardox® Extreme	100°C (212°F)

Bảng 3

\*\* Nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn lên đến xấp xỉ 400°C (752°F) có thể được sử dụng trong một số trường hợp nhất định đối với thép Hardox® HiTemp và Hardox® HiTuf. Trong những trường hợp như vậy, hãy sử dụng WeldCalc™.

Nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn thể hiện trong Bảng 3 là nhiệt độ tối đa được khuyến nghị trong mỗi hàn (trên đỉnh của kim loại mối hàn) hoặc ngay sát mối hàn (vị trí bắt đầu), ngay trước khi bắt đầu đường hàn tiếp theo.

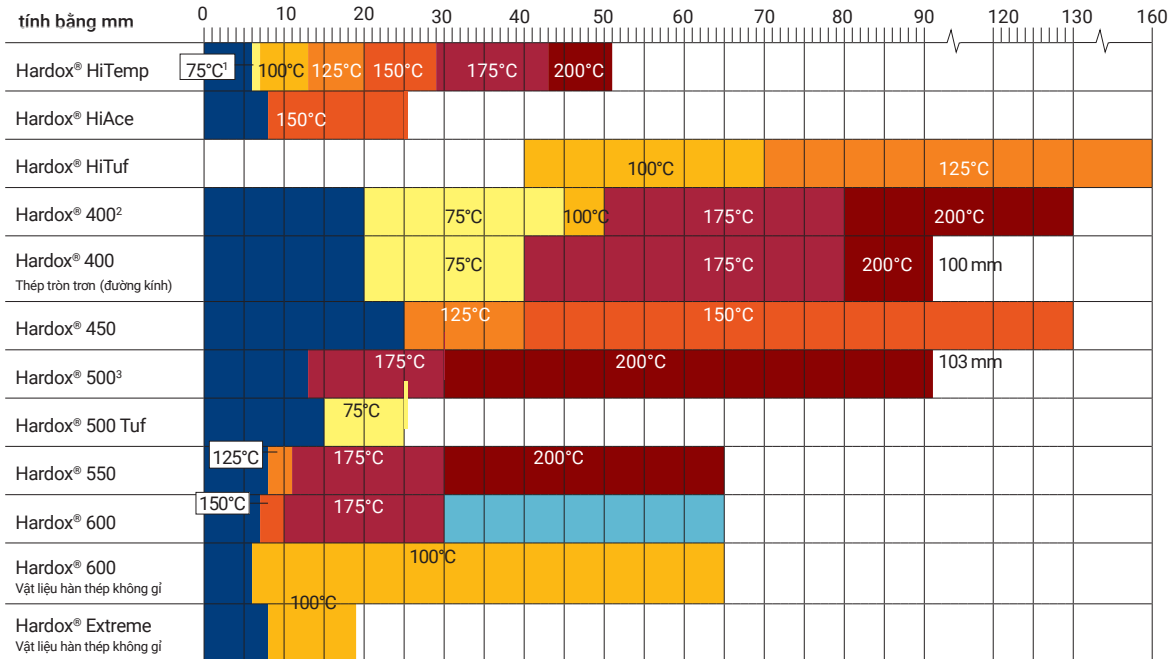
Nhiệt độ gia nhiệt trước tối thiểu khuyến nghị và nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn tối đa thể hiện trong Bảng 3, 4a và 4b không bị ảnh hưởng khi nhiệt lượng đầu vào cao hơn 1,7 kJ/mm (43,2 kJ/inch). Thông tin được dựa trên giả định rằng mối hàn được để nguội trong không khí đến nhiệt độ môi trường.

Lưu ý rằng, những khuyến nghị này cũng áp dụng cho các mối hàn đỉnh và hàn cấy chân. Nói chung, mỗi mối hàn đỉnh tốt nhất nên dài ít nhất 50 mm (2"). Đối với các liên kết hàn với độ dày tấm lên đến 8 mm (0,31"), có thể sử dụng hàn đỉnh có độ dài ngắn hơn. Khoảng cách giữa các mối hàn đỉnh trong các liên kết hàn có thể thay đổi theo yêu cầu.

# NHIỆT ĐỘ GIA NHIỆT TRƯỚC ĐƯỢC KHUYẾN NGHỊ

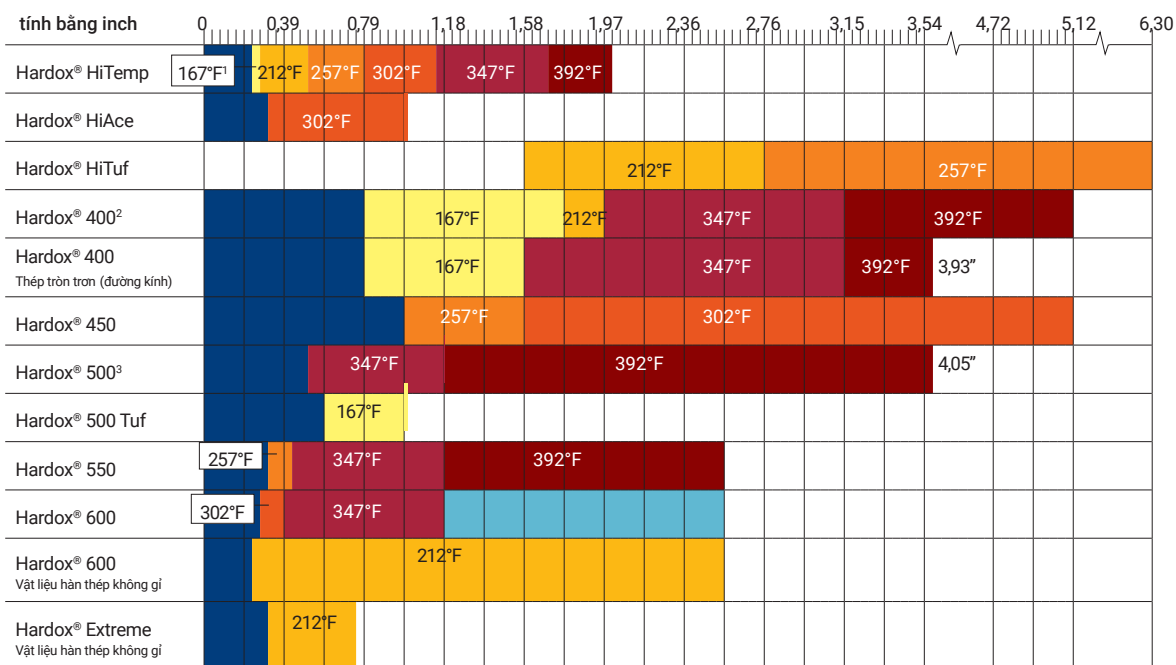
Độ dày (đường kính) tấm thép đơn được thể hiện trên trục x. Nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì tối thiểu khuyến nghị được quy định cho các độ dày tấm đơn khác nhau. Lưu ý rằng mỗi lần tăng nhiệt độ sẽ bắt đầu ở mức 0,1 mm (0,004") trên thang độ dày được chỉ định trong biểu đồ.

Bảng 4a



■ Nhiệt độ phòng (khoảng 20°C)
 □ Ngoài giới hạn kích thước
 ■ Chỉ dùng với các vật liệu hàn thép không gỉ  
 Nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì tối thiểu là 100°C

Bảng 4b



■ Nhiệt độ phòng (khoảng 68°F)
 □ Ngoài giới hạn kích thước
 ■ Chỉ dùng với các vật liệu hàn thép không gỉ  
 Nhiệt độ gia nhiệt trước và nhiệt độ duy trì ít nhất là 212°F

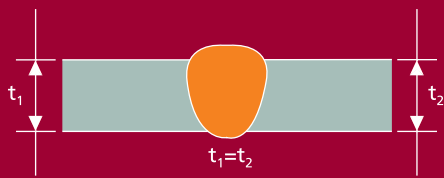
<sup>1</sup> Nhiệt độ gia nhiệt trước tối thiểu cho thép Hardox® HiTemp là 75°C (167°F) trong khoảng độ dày tấm là 6,1 -7,0 mm.

<sup>2</sup> Nhiệt độ gia nhiệt trước cho thép Hardox® 400 cũng áp dụng cho thép ống Hardox® 400 Tubes, có độ dày từ 3 - 6 mm (0,118"-0,236").

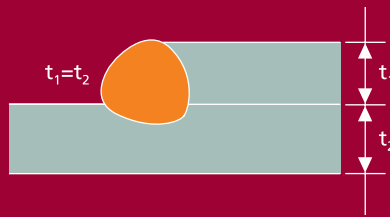
<sup>3</sup> Nhiệt độ gia nhiệt trước cho thép Hardox® 500 cũng áp dụng cho thép ống Hardox® 500 Tubes, có độ dày từ 3 - 6 mm (0,118"-0,236").

## Bản vẽ sơ đồ thể hiện “độ dày (đường kính) tấm thép đơn”

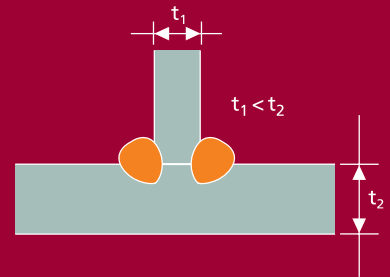
Hình 4



$t_1=t_2$  Độ dày tấm đơn là  $t_1$  hoặc  $t_2$ , với điều kiện sử dụng cùng một loại thép.



$t_1=t_2$  Độ dày tấm đơn là  $t_1$  hoặc  $t_2$ , với điều kiện sử dụng cùng một loại thép.



$t_1 < t_2$  Trong trường hợp này, độ dày tấm đơn là  $t_2$ , với điều kiện sử dụng cùng một loại thép.



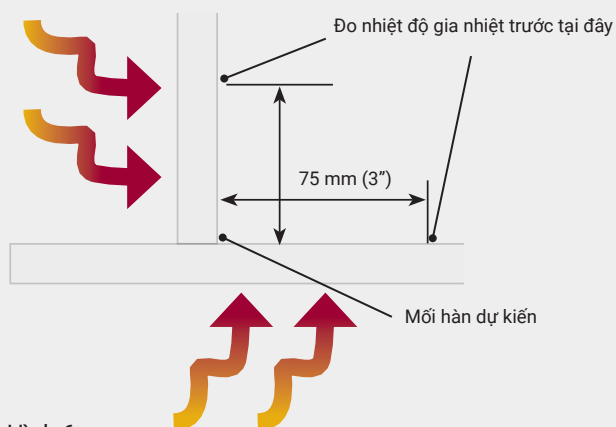


# ĐẠT ĐẾN VÀ ĐO NHIỆT ĐỘ GIA NHIỆT TRƯỚC

Có thể đạt được nhiệt độ gia nhiệt trước cần thiết bằng nhiều cách. Sử dụng thiết bị gia nhiệt bằng điện (Hình 5) xung quanh liên kết hàn đã chuẩn bị là tốt nhất, vì có thể gia nhiệt đồng đều cho cả khu vực. Nên theo dõi nhiệt độ bằng nhiệt kế tiếp xúc.

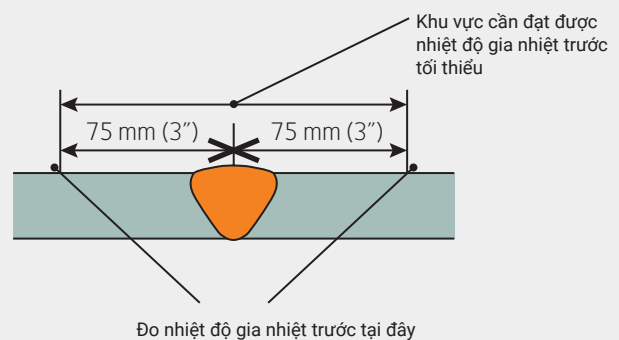
Hình 5: Ví dụ về tấm gia nhiệt bằng điện

## Phương thức gia nhiệt trước khi hàn khuyến nghị



Hình 6

Nên tuân thủ thời gian chờ tối thiểu là 2 phút/25 mm (2 phút/ 1 inch) trước khi đo nhiệt độ gia nhiệt trước. Phải đạt được nhiệt độ gia nhiệt trước tối thiểu trong khu vực 75 + 75 mm (3" + 3") xung quanh mối hàn dự kiến; xem ở trên.



Cũng có thể đo nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn trong kim loại mối hàn hoặc trong kim loại cơ bản ngay sát mối hàn.

# HÀN ĐẮP CỨNG

Nếu mối hàn nằm ở khu vực mà dự kiến phải chịu độ mài mòn cao, có thể sử dụng hàn đắp cứng bằng vật liệu hàn đặc biệt để tăng khả năng chịu mài mòn của kim loại mối hàn. Nên tuân thủ theo hướng dẫn về cả cách nối và hàn đắp cứng thép Hardox®.

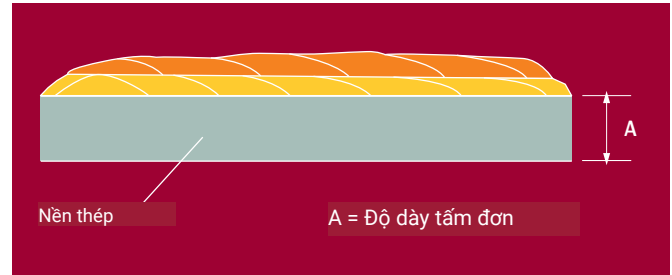
Một số vật liệu hàn dùng cho hàn đắp cứng yêu cầu nhiệt độ gia nhiệt trước rất cao, có thể vượt quá nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn tối đa được khuyến nghị đối với thép Hardox®.

Cần chú ý về việc sử dụng nhiệt độ gia nhiệt trước cao hơn nhiệt độ duy trì giữa các đường hàn tối đa được khuyến nghị cho thép Hardox® có thể làm giảm độ cứng của tấm thép gốc và dẫn đến suy giảm khả năng chịu mài mòn của khu vực được gia nhiệt.

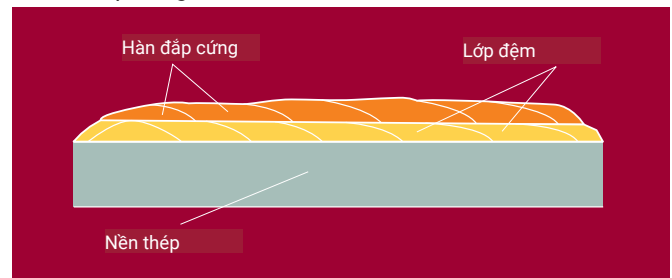
Nhiệt độ gia nhiệt trước tối thiểu và tối đa cũng giống như đối với các loại hàn thông thường; xem Bảng 4a và 4b. Xem Hình 7 để biết định nghĩa về độ dày tấm đơn cho các tình huống hàn đắp cứng.

Sẽ có lợi hơn khi hàn một lớp đệm có bền cao giữa mỗi hàn thường hoặc tấm thép thông thường và lớp hàn đắp cứng. Việc lựa chọn vật liệu hàn cho lớp đệm phải tuân thủ các khuyến nghị hàn cho thép tấm chịu mài mòn Hardox®. Tốt nhất nên sử dụng vật liệu hàn thép không gỉ tương ứng với AWS 307 và AWS 309 cho lớp hàn đệm; xem Hình 8.

Hình 7: Định nghĩa độ dày tấm đơn



Hình 8: Ví dụ về trình tự hàn sử dụng vật liệu hàn cho lớp đệm và hàn đắp cứng

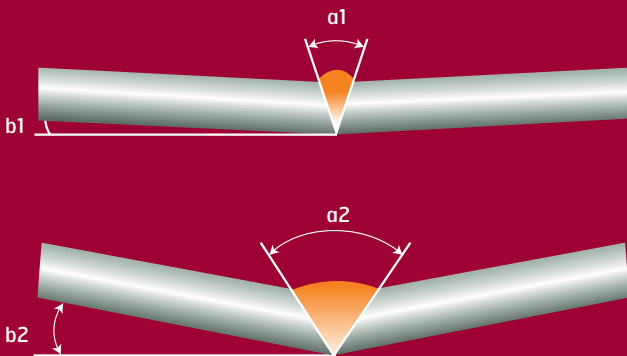


# KHUYẾN NGHỊ ĐỂ GIẢM THIỂU BIẾN DẠNG

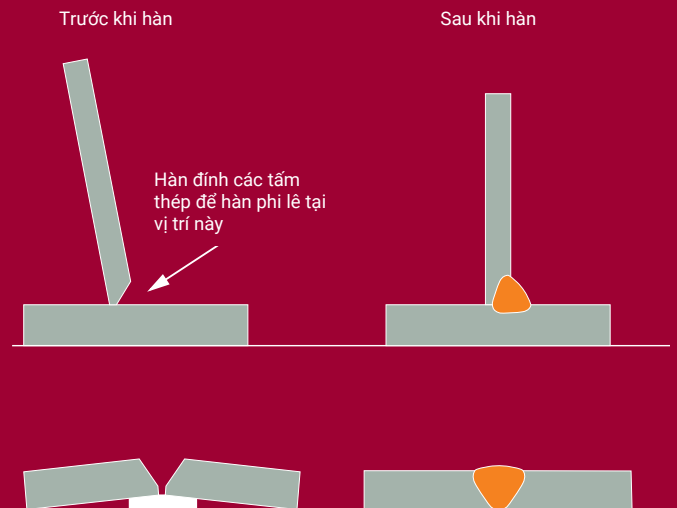
Mức độ biến dạng trong và sau khi hàn có liên quan đến độ dày của tấm thép gốc và quy trình hàn. Giảm thiểu biến dạng, đặc biệt khi hàn kích thước mỏng hơn, bằng cách làm theo các khuyến nghị sau:

- ▶ Hàn với nhiệt lượng đầu vào càng thấp càng tốt (mỗi hàn một đường).
- ▶ Giảm thiểu diện tích mặt cắt ngang; xem Hình 9.
- ▶ Sử dụng mối hàn đối xứng; xem Hình 10.
- ▶ Lắp đặt, cố định hoặc tạo góc cho các bộ phận trước khi hàn để bù lại biến dạng; xem ví dụ trong Hình 11.
- ▶ Tránh tạo khe hở đáy bất thường.
- ▶ Giảm thiểu gia cường và tối ưu hóa độ dày hõng của các mối hàn phi lê.
- ▶ Giảm khoảng cách giữa các mối hàn đỉnh.
- ▶ Sử dụng kỹ thuật hàn bậc ngược hoặc kỹ thuật hàn từng . Trong hàn bậc ngược, tất cả các đường hàn được hàn theo hướng ngược lại với tiến trình chung. Trong quá trình hàn từng đoạn, các bước hàn không cần phải ngược hướng với tiến trình chung; xem Hình 12.
- ▶ Hàn từ các vùng cứng tới các đầu tự do, xem Hình 13.

Hình 9: Mặt cắt ngang của mối hàn và ảnh hưởng của nó đến chuyển vị góc.



Hình 11: Thiết lập mối hàn phi lê và mối hàn đối đầu chữ V đơn.

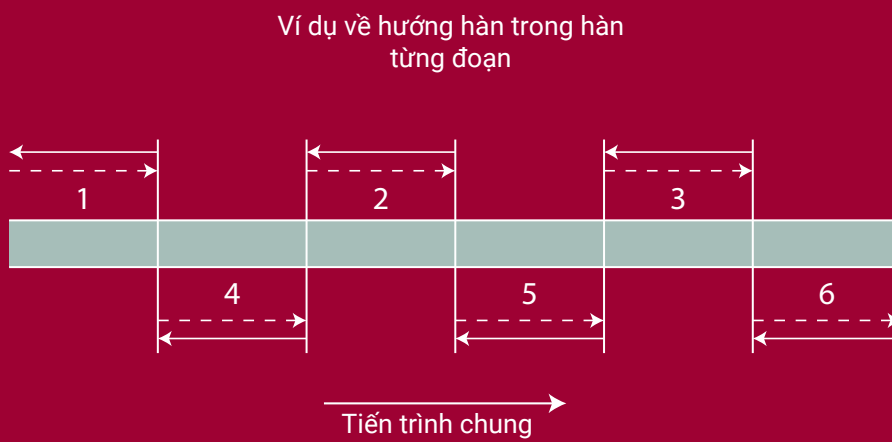
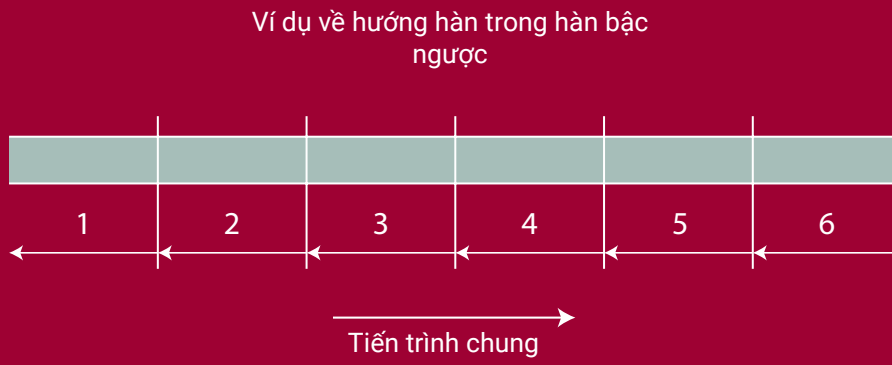


Hình 10

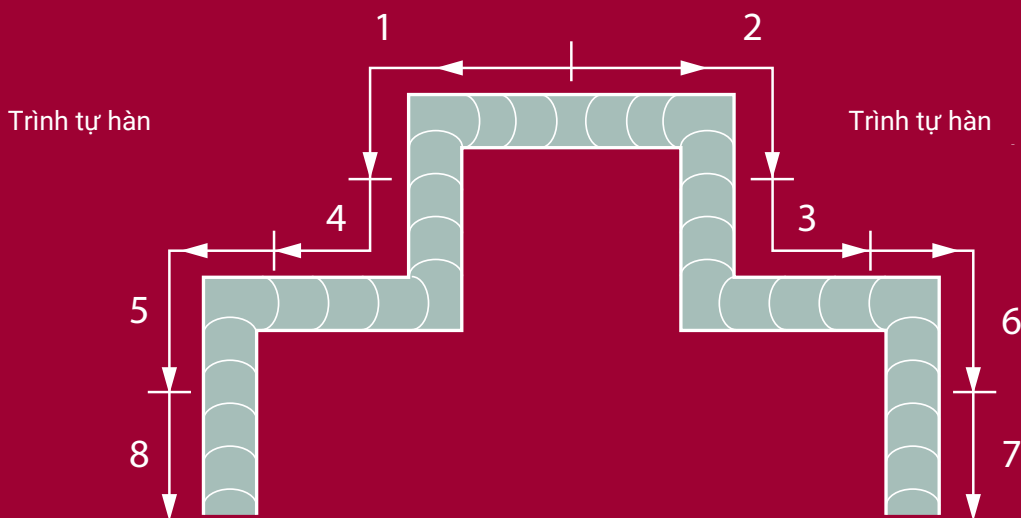




Hình 12: Sử dụng trình tự hàn đối xứng.



Hình 13



# THỜI GIAN LÀM NGUỘI $t_{8/5}$

Thời gian làm nguội ( $t_{8/5}$ ) là thời gian cần thiết để mỗi hàn nguội từ 800° xuống 500°C (1472° đến 932°F), và thông số này mô tả chính xác tác dụng nhiệt của quá trình hàn.

Thời gian làm nguội khuyến nghị thường được thiết lập cho thép kết cấu để tối ưu hóa quy trình hàn nhằm đáp ứng một yêu cầu nhất định, chẳng hạn như đáp ứng độ bền và độ dẻo tối thiểu.

Thời gian làm nguội tối đa được khuyến nghị cho các mác thép Hardox® khác nhau có sẵn trong ứng dụng WeldCalc của SSAB.



**WeldCalc™** cung cấp các khuyến nghị hàn được tối ưu hóa mà có thể dễ dàng truy cập

Ứng dụng SSAB WeldCalc cung cấp các kiểu cài đặt máy hàn phù hợp, bao gồm mức nhiệt lượng đầu vào được khuyến nghị, nhiệt độ gia nhiệt trước, cường độ dòng điện, điện thế và tốc độ di chuyển. Tải về Ứng dụng WeldCalc hoặc phiên bản dành cho máy tính để bàn tại [sab.com/support/calculators-and-tools](http://sab.com/support/calculators-and-tools) hoặc quét mã QR bên dưới đối với các ứng dụng iOS và Android:



App store

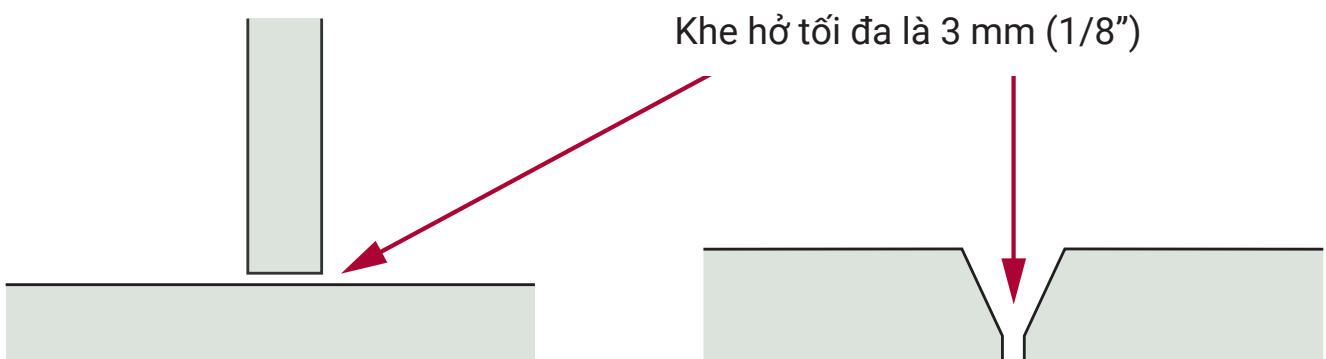
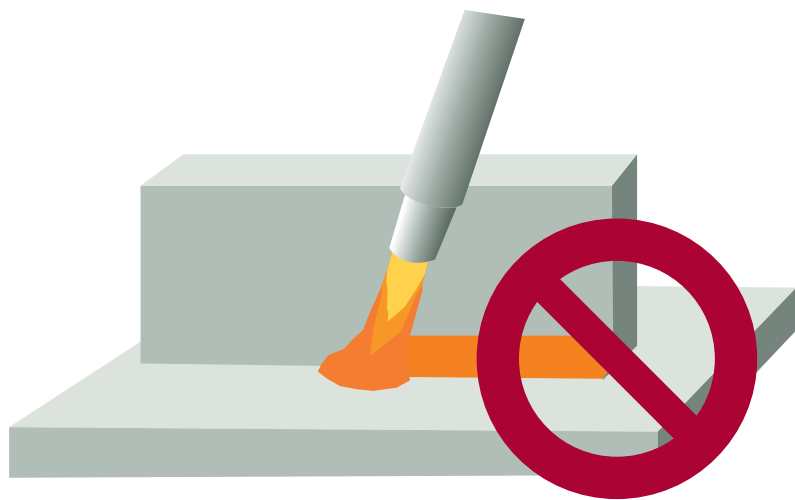


Google play

# TRÌNH TỰ HÀN VÀ KÍCH THƯỚC KHE HỖ CHÂN

Trước khi hàn đính, quan trọng là phải duy trì khe hở chân giữa các tấm thép góc không quá 3 mm (1/8"); xem Hình 14. Nhằm mục đích tạo kích thước khe hở dọc theo liên kết hàn càng đồng đều càng tốt. Ngoài ra, tránh bắt đầu và kết thúc mỗi hàn ở những khu vực có ứng suất cao. Nếu có thể, vị trí bắt đầu và kết thúc nên cách điểm góc tối thiểu 50-100 mm (2"-4"); xem Hình 14. Khi hàn đến mép của các tấm thép, sử dụng một tấm lót chân sẽ rất có lợi.

Hình 14: Tránh bắt đầu và kết thúc ở những khu vực có ứng suất cao như các vị trí góc. Kích thước khe hở không được vượt quá 3 mm (1/8").





# VẬT LIỆU HÀN

## Giới hạn chảy của vật liệu hàn không hợp kim và hợp kim thấp

Vật liệu hàn không hợp kim và hợp kim thấp có giới hạn chảy tối đa 500 MPa (72 ksi) thường được khuyến dùng cho thép Hardox®. Vật liệu hàn có giới hạn chảy cao hơn (Re tối đa 900 MPa/130 ksi) có thể được sử dụng cho Hardox® 400 và 450 trong khoảng độ dày 0,7-6,0 mm (0,028"-0,236").

Vật liệu hàn hợp kim thấp giúp độ cứng của kim loại mối hàn cao hơn, điều này có thể làm giảm tốc độ mòn của kim loại mối hàn. Nếu đặc tính mài mòn của kim loại mối hàn là thiết yếu, thì lớp trên cùng của liên kết hàn có thể được hàn bằng vật liệu hàn được sử dụng cho hàn đắp cứng; xem "Hàn đắp cứng" ở trang 13.

Ngoài ra, các vật liệu hàn được khuyến nghị cho thép Hardox® và ký hiệu của chúng theo phân loại AWS và EN có thể được tìm thấy trong Bảng 5.

## Yêu cầu về hàm lượng hydro của vật liệu hàn không hợp kim và hợp kim thấp

Hàm lượng hydro phải thấp hơn hoặc bằng 5 ml hydro trên 100 g kim loại mối hàn khi hàn bằng vật liệu hàn không hợp kim hoặc hợp kim thấp.

Dây hàn đặc được sử dụng trong hàn MAG/ GMA và TIG/ GTA thường tạo được hàm lượng hydro thấp ở mức này trong kim loại mối hàn. Nên tham khảo hàm lượng hydro cho các loại vật liệu hàn khác từ nhà sản xuất. SSAB cung cấp các ví dụ về vật liệu hàn phù hợp trong TechSupport số 60, có sẵn trên trang chủ của chúng tôi: [ssab.com](http://ssab.com).

Nếu vật liệu hàn được bảo quản đáp ứng theo khuyến nghị của nhà sản xuất, hàm lượng hydro sẽ được duy trì để đáp ứng yêu cầu nêu dưới đây. Điều này cũng áp dụng cho tất cả các vật liệu hàn và thuốc hàn có lớp phủ.

Bảng 5: Vật liệu hàn khuyến nghị cho các mác thép trong dòng sản phẩm thép tấm chịu mài mòn Hardox®

PHƯƠNG PHÁP HÀN	PHÂN LOẠI AWS	PHÂN LOẠI EN
MAG/ GMAW, dây hàn đặc	AWS A5.28 ER70X-X	EN ISO 14341-A- G 42x
	AWS A5.28 ER80X-X	EN ISO 14341-A- G 46x
MAG/ MCAW, dây hàn lõi kim loại	AWS A5.28 E7XC-X	EN ISO 17632-A- T 42xH5
	AWS A5.28 E8XC-X	EN ISO 17632-A- T 46xH5
MAG/ FCAW, dây hàn lõi thuốc	AWS A5.29 E7XT-X	EN ISO 17632 -A- T 42xH5
	AWS A5.29 E8XT-X	EN ISO 17632 -A- T 46xH5
MMA (SMAW, que hàn)	AWS A5.5 E70X	EN ISO 2560-A- E 42xH5
	AWS A5.5 E80X	EN ISO 2560-A- E 46xH5
SAW	AWS A5.23 F49X	EN ISO 14171-A- S 42x
	AWS A5.23 F55X	EN ISO 14171-A- S 46x
TIG/ GTAW	AWS A5.18 ER70X	EN ISO 636-A- W 42x
	AWS A5.28 ER80X	EN ISO 636-A- W 46x

Lưu ý: X là viết tắt của một hoặc nhiều ký tự.



ENIGMA

R536NP

# VẬT LIỆU HÀN BẰNG THÉP KHÔNG GỈ

Vật liệu hàn là thép không gỉ austenit có thể được sử dụng để hàn tất cả các sản phẩm Hardox®, như trong Bảng 6. Chúng cho phép hàn ở nhiệt độ phòng trong khoảng 5-20°C (41-68°F) mà không cần gia nhiệt trước khi hàn, ngoại trừ khi hàn thép Hardox® 600 và Hardox® Extreme.

SSAB khuyến nghị ưu tiên hàng đầu cho vật liệu hàn đáp ứng theo chuẩn AWS 307 và ưu tiên thứ hai cho những vật liệu hàn theo AWS 309. Các loại vật liệu hàn này có giới hạn chảy lên đến khoảng 500 MPa (72 ksi) ở tất cả kim loại mối hàn.

Loại AWS 307 có thể chịu được nứt nóng tốt hơn AWS 309. Cần lưu ý rằng các nhà sản xuất hiếm khi chỉ định hàm lượng hydro trong vật liệu hàn thép không gỉ, vì hydro không ảnh hưởng đến hiệu suất nhiều như trong vật liệu hàn không hợp kim và hợp kim thấp. SSAB không áp đặt bất kỳ hạn chế nào đối với hàm lượng hydro tối đa đối với các loại vật liệu hàn này. Có thể tìm thấy các ví dụ về vật liệu hàn không gỉ phù hợp trong TechSupport số 60, có sẵn tại [ssab.com](http://ssab.com).

Bảng 6: Vật liệu hàn thép không gỉ được đề xuất cho dòng sản phẩm thép tấm chịu mài mòn Hardox®

PHƯƠNG PHÁP HÀN	PHÂN LOẠI AWS	PHÂN LOẠI EN
MAG/ GMAW, dây hàn đặc	AWS 5.9 ER307	<b>Được khuyến nghị:</b> EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 <b>Phù hợp:</b> EN ISO 14343-A: B 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
MAG/ MCAW, dây hàn lõi kim loại	AWS 5.9 EC307	<b>Được khuyến nghị:</b> EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 <b>Phù hợp:</b> EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MAG/ FCAW, dây hàn lõi thuốc	AWS 5.22 E307T-X	<b>Được khuyến nghị:</b> EN ISO 17633-A: T 18 8 Mn/ EN ISO 17633-B: TS307 <b>Phù hợp:</b> EN ISO 17633-A: T 23 12 X/ EN ISO 17633-B: TS309X
MMA/ SMAW, que hàn	AWS 5.4 E307-X	<b>Được khuyến nghị:</b> EN ISO 3581-A: 18 18 Mn/ EN ISO 3581-B: 307 <b>Phù hợp:</b> EN ISO 3581-A: 22 12 X/ EN ISO 3581-B: 309X
SAW	AWS 5.9 ER307	<b>Được khuyến nghị:</b> EN ISO 14343-A: B 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 <b>Phù hợp:</b> EN ISO 14343-A: S 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X
TIG/ GTAW	AWS 5.9 ER307	<b>Được khuyến nghị:</b> EN ISO 14343-A: W 18 8 Mn/ EN ISO 14343-B: SS307 <b>Phù hợp:</b> EN ISO 14343-A: W 23 12 X/ EN ISO 14343-B: SS309X

Lưu ý: X là viết tắt của một hoặc nhiều ký tự.



# KHÍ BẢO VỆ

Khí bảo vệ cho thép tấm chịu mài mòn Hardox® nói chung giống loại thường được lựa chọn cho thép không hợp kim và thép hợp kim thấp.

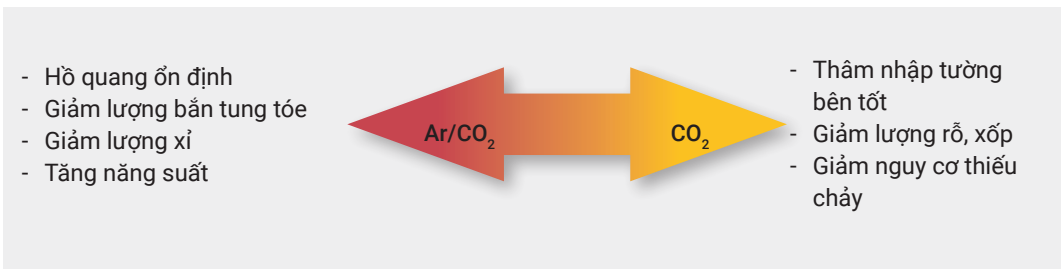
Khí bảo vệ được sử dụng để hàn MAG/GMA thép Hardox® thường chứa hỗn hợp argon (Ar) và carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Một lượng nhỏ oxy (O<sub>2</sub>) đôi khi được sử dụng cùng với Ar và CO<sub>2</sub> để ổn định hồ quang và giảm lượng bắn tóe.

Nên sử dụng hỗn hợp khí bảo vệ chứa khoảng 18–20% CO<sub>2</sub> trong argon để hàn thủ công, tạo điều kiện cho sự thâm nhập

tốt vào vật liệu với lượng bắn tóe hợp lý. Nếu hàn tự động hoặc robot thì khí bảo vệ chứa 8–10% CO<sub>2</sub> trong khí argon có thể được sử dụng để tối ưu hóa năng suất và mức độ bắn tóe của mỗi hàn.

Có thể tìm hiểu ảnh hưởng của các hỗn hợp khí bảo vệ khác nhau trong Hình 15. Có thể xem các khuyến nghị về khí bảo vệ dùng cho các phương pháp hàn khác nhau trong Bảng 7. Hỗn hợp khí bảo vệ được đề cập trong Bảng 7 là hỗn hợp thông dụng có thể được sử dụng cho cả hàn hồ quang ngắn và hồ quang phun.

Hình 15: Hỗn hợp khí bảo vệ và ảnh hưởng của chúng đối với hoạt động hàn



Bảng 7: Ví dụ về hỗn hợp khí bảo vệ và các khuyến nghị

PHƯƠNG PHÁP HÀN	LOẠI HỒ QUANG	VỊ TRÍ	KHÍ BẢO VỆ
MAG/ GMAW, dây hàn đặc	Hồ quang ngắn	Tất cả các vị trí	18 – 25% CO <sub>2</sub> trong khí Ar
MAG/ MCAW, dây hàn lõi kim loại	Hồ quang ngắn	Tất cả các vị trí	18 – 25% CO <sub>2</sub> trong khí Ar
MAG/ GMAW, dây hàn đặc	Phun phủ hồ quang	Nằm ngang	15 – 20% CO <sub>2</sub> trong khí Ar
MAG/ GMAW, FCAW	Phun phủ hồ quang	Tất cả các vị trí	15 – 20% CO <sub>2</sub> trong khí Ar
MAG/GMAW, MCAW	Phun phủ hồ quang	Nằm ngang	15 – 20% CO <sub>2</sub> trong khí Ar
MAG/ GMAW tự động hoặc điều khiển bằng robot	Phun phủ hồ quang	Nằm ngang	8 – 18 % CO <sub>2</sub> trong khí Ar
TIG/ GTAW		Tất cả các vị trí	100% Ar

**Lưu ý:** Hỗn hợp khí bao gồm ba thành phần, đó là O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, trong khí Ar đôi khi được sử dụng để tối ưu hóa các đặc tính của mỗi hàn.

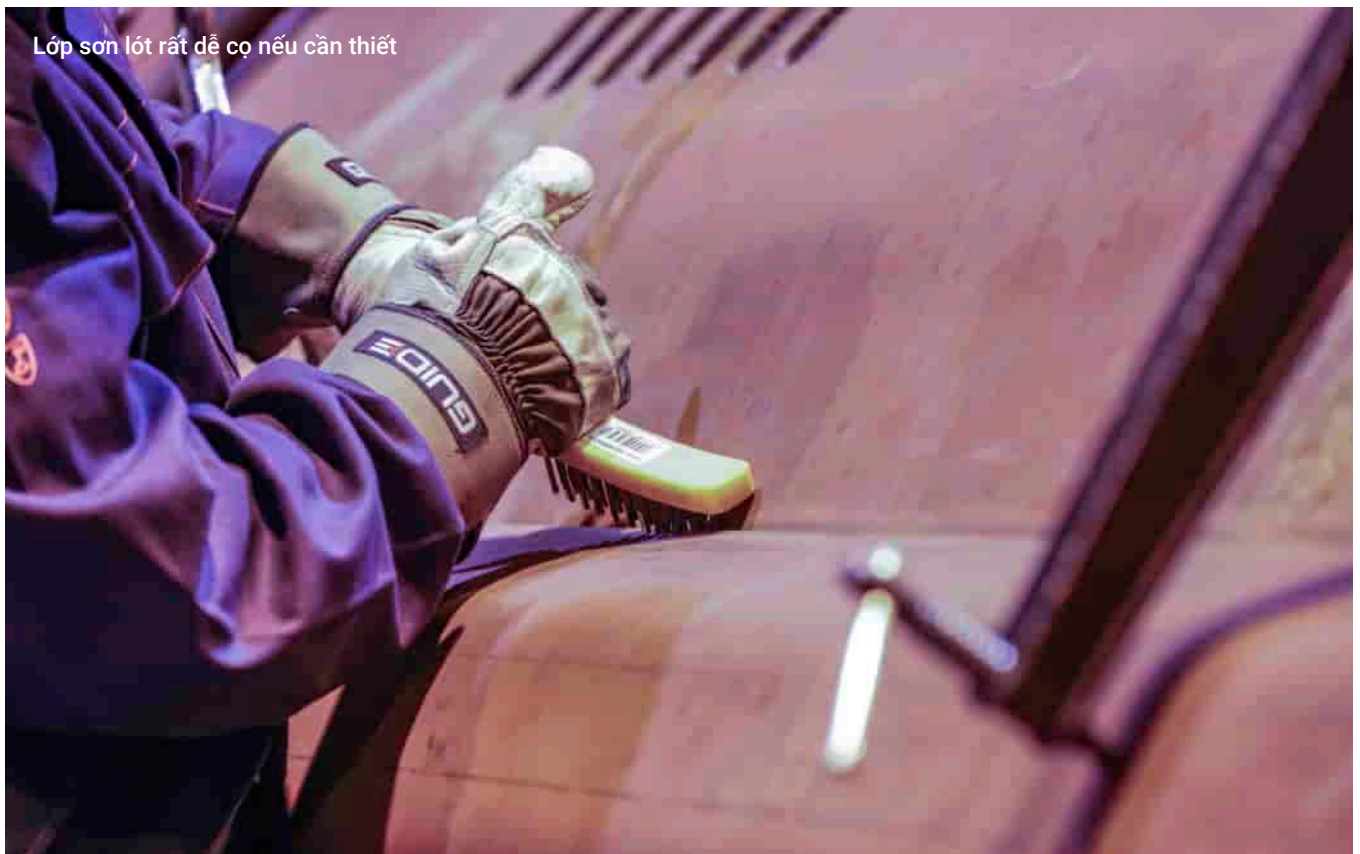
Trong tất cả các phương pháp hàn dùng khí bảo vệ, lưu lượng của khí bảo vệ phụ thuộc vào tình huống hàn. Theo hướng dẫn chung, lưu lượng khí bảo vệ tính bằng l/phút phải được đặt bằng giá trị với đường kính trong của đầu phun đo bằng mm.

# HÀN TRÊN SƠN LÓT

Có thể hàn trực tiếp trên lớp sơn lót được sử dụng trên thép tấm chịu mài mòn Hardox® bởi lớp sơn lót này có hàm lượng kẽm thấp. Có thể dễ dàng cạo hoặc mài đi lớp sơn lót ở khu vực xung quanh mối hàn; xem hình ảnh bên dưới.

Loại bỏ lớp sơn lót trước khi hàn có thể có lợi vì nó có thể giảm thiểu độ rỗ, xốp trong mối hàn và có thể giúp cho việc hàn không trên mặt phẳng được dễ dàng hơn. Nếu sơn lót vẫn còn sót lại trên bề mặt mối hàn, thì bề mặt phụ và bề mặt của mối hàn có thể bị rỗ, xốp nhiều hơn một chút. FCAW với thuốc hàn cơ bản gây rỗ, xốp ít nhất.

Quan trọng là phải duy trì thông gió tốt ở các cơ sở sản xuất để tránh tác động có hại của lớp sơn lót đối với thợ hàn và môi trường xung quanh.



## XỬ LÝ NHIỆT SAU HÀN

Có thể giảm ứng suất cho thép Hardox® HiTuf và Hardox® HiTemp bằng xử lý nhiệt sau hàn, mặc dù điều này hiếm khi cần thiết. Các mác thép Hardox® khác không nên sử dụng phương pháp này để giảm ứng suất, vì điều này có thể làm suy giảm đặc tính cơ học. Để biết thêm thông tin, hãy tham khảo Sổ tay hàn của SSAB. Tải xuống bản miễn phí Sổ tay hàn của SSAB tại [ssab.com/support/steel-handbooks](http://ssab.com/support/steel-handbooks).





## CÔNG NGHỆ HÀN MỚI NHẤT

Tại các xưởng hàn của SSAB ở các Trung tâm R&D của chúng tôi, chúng tôi liên tục thử nghiệm các công nghệ và máy móc tiên tiến nhất để mang đến cho bạn các khuyến nghị hàn tốt nhất.

Với công nghệ hàn khe hở hẹp SAW sử dụng một hoặc hai dây hàn, bạn có thể hàn những tấm thép chịu mài mòn Hardox® có độ dày lớn hơn. Bạn nhận được kết quả vượt trội với ít dây hàn và thuốc hàn hơn, đồng thời giảm thời gian chạy máy, tiết kiệm năng lượng và giảm chi phí sản xuất. Và với SAW ICE (điện cực lạnh tích hợp), có thể sử dụng tốc độ hàn cao hơn, nhiệt lượng đầu vào thấp hơn và đạt được tốc độ kết tủa cao hơn so với các phương pháp thông thường.

Bất kỳ quy trình nào phù hợp với bạn, chúng tôi cũng sẽ giúp đảm bảo bạn đạt được các đặc tính vật liệu hàn tốt hơn và tỷ lệ năng suất cao hơn.



SSAB là công ty thép có trụ sở tại Bắc Âu và Hoa Kỳ. SSAB cung cấp các sản phẩm và dịch vụ gia tăng được phát triển cùng sự hợp tác chặt chẽ với khách hàng để tạo ra một thế giới mạnh mẽ hơn, gọn nhẹ hơn và bền vững hơn. SSAB có nhân viên tại hơn 50 quốc gia. SSAB có các cơ sở sản xuất ở Thụy Điển, Phần Lan và Mỹ. SSAB được niêm yết trên Sàn Giao dịch Nasdaq Stockholm và niêm yết thứ cấp trên Sàn Giao dịch Nasdaq Helsinki. [www.ssab.com](http://www.ssab.com). Hãy theo dõi chúng tôi trên phương tiện truyền thông xã hội: Facebook, Instagram, LinkedIn, Twitter và YouTube.



SSAB  
SE-613 80 Oxelösund  
Thụy Điển

T +46 155 25 40 00  
F +46 155 25 40 73  
[contact@ssab.com](mailto:contact@ssab.com)

[www.hardox.com](http://www.hardox.com)

Hardox® là một nhãn hiệu của Tập đoàn SSAB. Mọi quyền được bảo hộ. Thông tin trong tài liệu này chỉ được cung cấp dưới dạng thông tin chung. SSAB AB không chịu trách nhiệm về tính phù hợp hoặc thích đáng của bất kỳ việc ứng dụng nào. Người dùng có trách nhiệm xác định tính phù hợp của tất cả các sản phẩm và/hoặc ứng dụng một cách độc lập, đồng thời kiểm tra và xác minh các sản phẩm và/hoặc ứng dụng đó. Thông tin do SSAB AB cung cấp dưới đây được cung cấp "trực tiếp, nguyên trạng" và người dùng chịu trách nhiệm với tất cả các lỗi, các rủi ro liên quan đến những thông tin đó.

**SSAB**