

4. CÔNG NGHỆ HÀN THÉP HỢP KIM CAO CROM

4.1 Công nghệ hàn thép không gỉ crom

4.2 Công nghệ hàn thép không gỉ austenit

4.3 Công nghệ hàn thép không gỉ duplex

4.4 Công nghệ hàn thép không gỉ biến cứng kết
tủa

4.5 Công nghệ hàn thép mactenzit hóa già

4.6 Công nghệ hàn thép austenit mangan

4. CÔNG NGHỆ HÀN THÉP HỢP KIM CAO CROM

- Thép hợp kim cao: thép có tổng lượng các nguyên tố hợp kim > 8% (AISI).
- Thép hợp kim cao: là các hợp kim nền sắt chứa > 45% Fe, có tổng lượng các nguyên tố hợp kim $\geq 10\%$, và nồng độ nguyên tố hợp kim chính $\geq 8\%$ (GOST 5632-72).
- Phân loại:
 - Thép không gỉ:
 - Thép không gỉ mactenzit.
 - Thép không gỉ ferit.
 - Thép không gỉ austenit.
 - Thép không gỉ duplex (còn gọi là thép 2 pha ferit – austenit).
 - Thép không gỉ biến cứng kết tủa.
 - Thép mactenzit hóa già (thép maraging).
 - Thép austenit mangan.

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

2

- Thép không gỉ ferit và thép không gỉ mactenzit (kể cả thép không gỉ hỗn hợp mactenzit – ferit) còn được biết dưới tên gọi chung là thép không gỉ crom.
- Thép không gỉ austenit còn được gọi là thép không gỉ Cr – Ni.
- Thông thường trong thép không gỉ, nồng độ crom tối thiểu là 10,5%.
- Thép không gỉ có được đặc tính không gỉ nhờ vào lớp oxit bề mặt giàu crom rất bền vững.
- Các nguyên tố khác (Ni, Mo, Cu, Ti, Al, Si, Nb, N, S, Se) được đưa vào thép không gỉ nhằm cải thiện một số tính chất nhất định của thép.
- Nồng độ cacbon trong thép không gỉ thường từ dưới 0,03% đến trên 1,0% (trong một số loại thép không gỉ mactenzit).

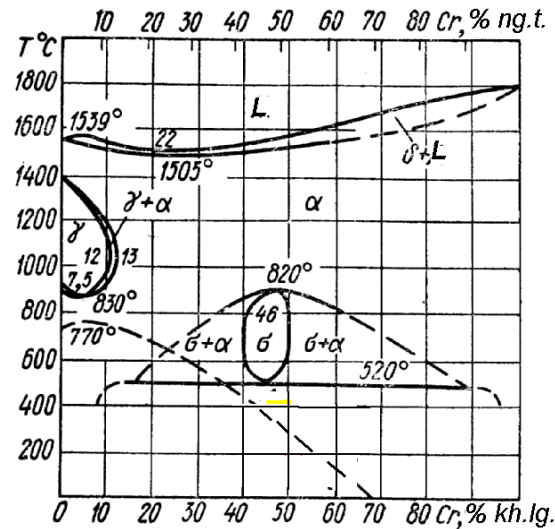
4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI CROM

4.1.1 Thành phần và tính chất kim loại cơ bản

- AISI: thép loại 400, ví dụ 410 (11,5 ÷ 13,5% Cr; max 0,15% C), 430 (15 ÷ 17% Cr; max 0,12% C), 446 (27,5 ÷ 29,5% Cr; max 0,20% C).
- GOST 5632-72: ký hiệu theo thành phần hóa học, ví dụ 08X13 (08 là 0,08% C, và 13% Cr).
- Các chi tiết như dụng cụ mổ y tế, bộ đồ ăn, bề mặt làm việc của các loại van, bơm, ống xả xe hơi, chi tiết động cơ phản lực, v.v.

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIỎ CROM

4.1.1 Thành phần và tính chất kim loại cơ bản



Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

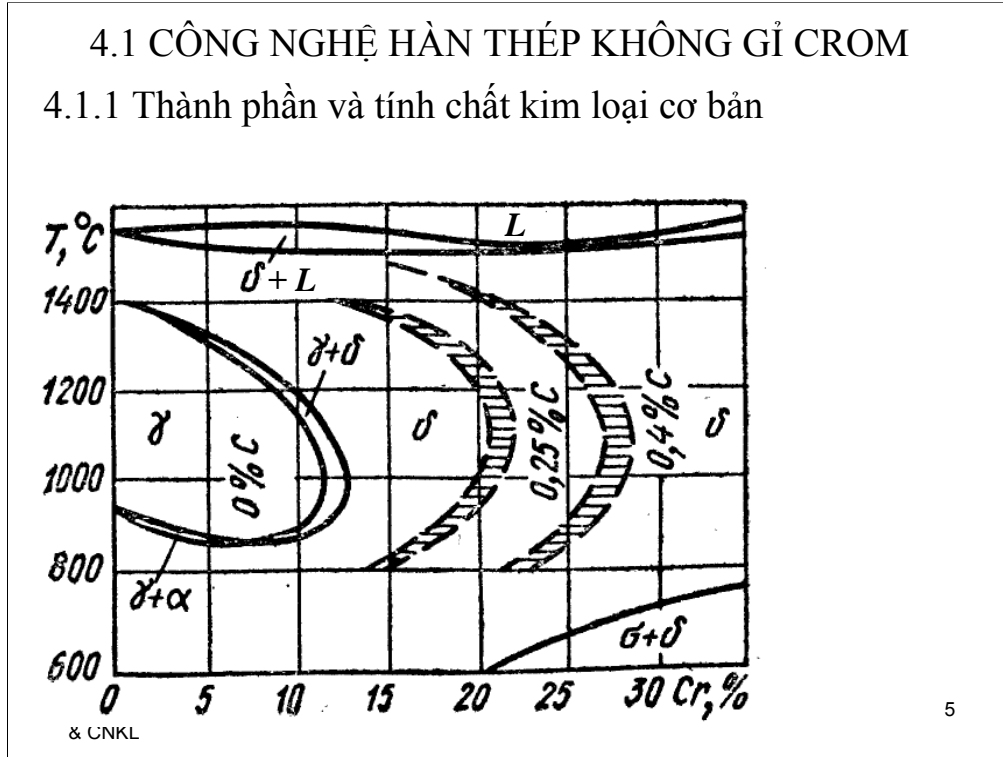
ĐHBK Hà Nội

4

- Cr: lập phương thể tâm, đồng hình với α -ferit. Do đó, khi hợp kim hóa Fe bằng Cr, vùng dung dịch rắn γ -austenit bị thu hẹp, vùng α -ferit được mở rộng.
- Cr ở nồng độ 12% sẽ tạo thành màng oxit (Cr_2O_3 có nhiệt độ nóng chảy cao) mang tính thụ động trên bề mặt thép, làm cho thép trở nên không gỉ ở nhiệt độ bình thường (để thép không gỉ ở nhiệt độ cao, nồng độ Cr $\geq 30\%$).
- Cr có ái lực mạnh với cacbon, tạo thành cacbit Cr_7C_3 và Cr_{23}C_6 . Cr có thể hòa tan trong cementit để tạo thành $(\text{Fe, Cr})_3\text{C}$ hoặc tạo hỗn hợp cacbit có hòa tan Fe như $(\text{Fe, Cr})_{23}\text{C}_6$. Cacbit crom có tính ổn định nhiệt cao hơn cementit: chúng bị hòa tan vào trong thép ở nhiệt độ cao hơn và quá trình hòa tan cũng xảy ra chậm hơn (ở thép cacbon bình thường, nhiệt độ A1 là 710 °C, còn với thép không gỉ crom là 900 °C).

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIỎ CROM

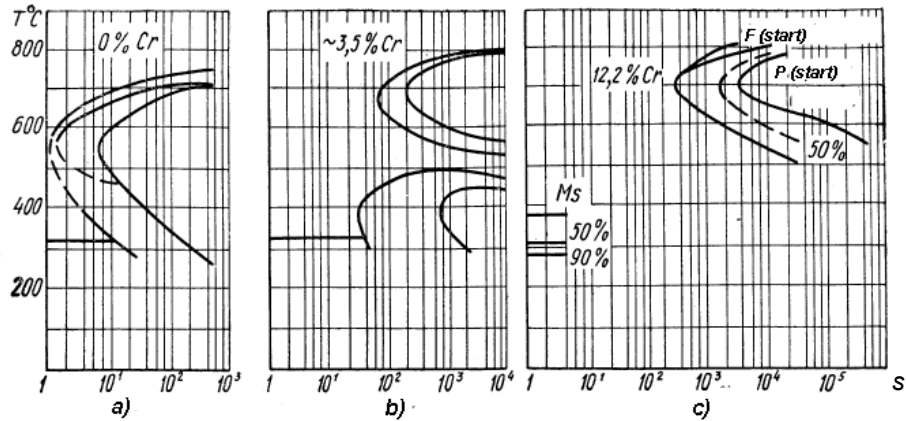
4.1.1 Thành phần và tính chất kim loại cơ bản



- Nồng độ trên 16% Cr và dưới 0,2% C, thép không còn chứa γ – austenit ở bất kỳ nồng độ và nhiệt độ nào nữa.
- Vùng tồn tại của pha γ phụ thuộc vào nồng độ Cr, C là chính, ngoài ra còn một số nguyên tố khác nữa (Ni, Mo, v.v.)

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

4.1.1 Thành phần và tính chất kim loại cơ bản



Giản đồ phân hủy đẳng nhiệt thép theo nồng độ Cr:

a) 0,4% C; 0% Cr; b) 0,4% C; 3,5% Cr; c) 0,11% C; 12,2% Cr

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

6

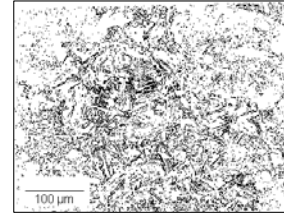
- Trong thép, Cr làm chậm quá trình phân hủy $\alpha \rightarrow \gamma$ và làm giảm đáng kể tốc độ nguội tới hạn.
- Do đó so với thép cacbon, martenzit xuất hiện ở nồng độ cacbon và tốc độ nguội thấp hơn nhiều.
- Khi nồng độ Cr cao, độ ổn định của austenit cao đến mức thậm chí ở 700 °C, là nhiệt độ kém ổn định nhất của austenit, nó cần đến 300 s để phân hủy (hình c).
- Trong điều kiện nguội liên tục khi hàn, ở vùng nhiệt độ 800 – 650 °C, thậm chí ở tốc độ nguội 0,2% °C/s cũng xuất hiện hoàn toàn martenzit.
- Cơ tính tối ưu của thép như vậy (độ bền cao + khả năng biến dạng cần thiết) chỉ có thể đạt được thông qua nhiệt luyện kép (tôi + ram).

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

• 4.1.1 Thành phần và tính chất kim loại cơ bản

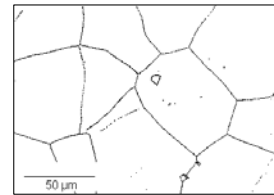
– Phân loại:

- Thép M: Cr \leq 12÷13%; C \geq 0,05 – 0,06% →
- Thép M + F: Cr 13÷16%; C = 0,06%
- Thép F: Cr > 16%



– Tính chất:

- > 12%Cr, lớp oxit bề mặt thụ động (chống ăn mòn).
- > 30%Cr, chống ăn mòn ở 800÷1050 °C.
- Cr có ái lực với oxi [Cr_2O_3] và cacbon mạnh hơn so với sắt [$(\text{Fe,Cr})_3\text{C}$, Cr_7C_3 , Cr_{23}C_6 , $(\text{Fe,Cr})_{23}\text{C}_6$].



Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

7

• Theo ảnh hưởng của nồng độ Cr trong sắt (thép Cr chứa cacbon), có thể chia thành các hợp kim:

- Có chuyển biến pha $\alpha \leftrightarrow \gamma$. (M). Thép Cr cao (10 – 12,5%) khi có thêm Mo, W, Mo, V, (Ni), sẽ trở thành thép bền nhiệt ở nhiệt độ đến 600 °C.
- Không có chuyển biến pha $\alpha \leftrightarrow \gamma$. (F)
- Có chuyển biến pha $\alpha \leftrightarrow \gamma$ không hoàn toàn. (M+F)

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIỎ CROM

4.1.1 Thành phần và tính chất kim loại cơ bản

Loại	Thành phần	Cấu trúc	Công dụng
08X13	C, Si, Mn: max. 0,08; Cr: 11÷13;	F + M	Chống ăn mòn. Thiết bị hóa chất, tuốc bin khí
13X11H2BMΦ	C: 0,10÷0,16; Si, Mn: max. 0,60; Cr: 10,5÷12,0; Ni: 1,5÷1,8; W: 1,6÷2,0 Mo: 0,35÷0,50; V: 0,18÷0,30	M	Bền nhiệt tới 600 °C, chịu nhiệt tới 750 °C. Cánh quạt, đĩa tuốc bin khí
15X28	C: max. 0,15; Si: max. 1,0, Mn: max. 0,8; Cr: 27÷30;	F	Chịu nhiệt tới 1100 °C. Thiết bị làm việc trong môi trường axit

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI CROM

4.1.2 Tính hàn của thép không gỉ crom

- Tính hàn của thép phụ thuộc vào loại thép. Thép M + F gần giống thép M về mặt tính hàn.
- Hiện tượng giòn ở 475 °C:
nung ở nhiệt độ 400÷540 °C (chủ yếu ở 475 °C) quá lâu.
- Hiện tượng giòn liên quan đến pha σ :
Cr > 20÷25%; 600÷880 °C.
Hiện tượng giòn ferit do nung ở nhiệt độ cao:
>1150 °C, kích thước hạt tăng; chuyển biến pha $\alpha - \gamma$ khi nung, và $\gamma - \alpha$ khi nguội.
- Hiện tượng ăn mòn tinh giới:
430 (17% Cr), 446 (25÷30% Cr): nhạy cảm ăn mòn tinh giới.

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

9

•*Giòn ở 475 °C*: thép trở nên giòn (cả thép không gỉ crom lẫn hợp kim Cr) do bị nung ở nhiệt độ 400÷540 °C (chủ yếu ở 475 °C) quá lâu, đặc biệt thép có nồng độ 15÷70% Cr. Các nguyên tố Ti và Nb cũng có tác dụng thúc đẩy quá trình này.

•*Giòn do pha sigma s*: ở Cr > 20÷25%, sau khi thép trải qua thời gian ở vùng nhiệt độ 600÷880 °C, sau khi nguội xuất hiện pha giòn σ (dung dịch rắn Fe–Cr có tỷ lệ nồng độ 1:1). Mn, Mo mở rộng vùng tồn tại của pha này.

•*Giòn do nung ferit ở nhiệt độ cao*: khi thép không gỉ crom bị nung tới nhiệt độ trên 1150 °C, kích thước hạt của thép sẽ tăng. Vì thép không gỉ crom thường chứa cả cacbit, khi bị nung và nguội nhanh (trong điều kiện hàn), cacbit đang hòa tan sẽ chỉ làm cho một vùng nhỏ kim loại xung quanh hạt cacbit giàu cacbon, còn sự đồng nhất hóa toàn bộ thì lại chưa kịp xảy ra. Do vậy tại những vùng nhỏ đó, xuất hiện điều kiện cho phản ứng chuyển biến pha $\alpha - \gamma$ khi nung, và $\gamma - \alpha$ khi nguội. Các quá trình này dễ xảy ra nhất ở vùng tinh giới (biên giới hạt). Do đó, và cả do sự xuất hiện ứng suất cục bộ mà kim loại sau khi nguội nhanh sẽ có tính dẻo thấp ở nhiệt độ thường. Cách khắc phục khi hàn: tiến hành ủ, hoặc ram ở nhiệt độ 730÷790 °C (tùy thành phần thép). Còn có thể giảm sự tăng độ hạt ở nhiệt độ cao thông qua 2 biện pháp: bổ sung nitơ vào thép ferit (1% giá trị nồng độ Cr) hoặc tăng nồng độ cacbon.

•*Nhạy cảm ăn mòn tinh giới của thép ferit*: trong mạng bcc của ferit, C khuếch tán nhanh hơn trong fcc của austenit. Do đó, thậm chí nguội nhanh trong dải > 925 °C không ngăn được việc tiết ra cacbit crom ở gần đường chảy của vùng ảnh hưởng nhiệt. Khắc phục: giảm < 0,01% C hoặc bổ sung các nguyên tố như Ti (0,5%) và Nb (1,0%) hoặc ủ hòa tan 650÷815 °C/15÷60 min. Giải thích kỹ hơn thế nào là ăn mòn tinh giới (sensitization, weld decay).

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI SẮC

4.1.3 Vật liệu, công nghệ và kỹ thuật hàn

- Vật liệu hàn:
 - Kim loại mối hàn giống kim loại cơ bản nhưng sau khi hàn phải ram cao (khó thực hiện)
 - Cho phép dùng kim loại mối hàn có cấu trúc A hoặc A + F. Sau khi hàn không nhiệt luyện.
- Công nghệ hàn:
 - SMAW: que hàn có vỏ bọc hệ bazơ.
 - GTAW: tấm mỏng, lớp đáy của tấm dày.
 - GMAW: cần khử oxi đầy đủ (ví dụ thông qua thành phần dây hàn).
 - SAW: thuốc hàn bazơ không chứa oxi, dây 15X12HMBΦБ; 15X12ГHMBΦ

Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL

ĐHBK Hà Nội

10

• Nếu KLMH giống KLCB và sau khi hàn có thể ram cao: tính chất của liên kết hàn thép không gỉ crom sẽ tương tự như của các chi tiết được chế tạo bằng phương pháp cán hoặc rèn. Trên thực tế, điều này khó thực hiện trong điều kiện hàn lắp ráp và sửa chữa tại hiện trường.

• Nếu chỉ chú ý bảo đảm KLMH có thành phần hóa học giống của KLCB mà không dùng các biện pháp công nghệ khác (nung nóng sơ bộ, nung nóng đồng thời khi hàn, ram sau khi hàn): khi liên kết hàn có độ cứng vững cao, nứt KLMH và vùng AHN; và sau khi hàn, liên kết hàn có khả năng biến dạng rất thấp.

• Với KLMH = A hoặc A+F, không nên nhiệt luyện (ram) mối hàn vì tính chất kim loại mối hàn có thể bị suy giảm và gây ra sự chênh lệch lớn về ứng suất dư tại vùng gần biên nóng chảy.

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

4.1.3 Vật liệu hàn, công nghệ và kỹ thuật hàn

- Công nghệ hàn thép M và thép M+F crom:
 - Thép M: dễ nứt nguội.
 - Khắc phục:
 - Biến tính làm mịn hạt kim loại mối hàn bằng Ti, chế độ hàn cứng (giảm q_d)
 - Giảm độ cứng vững liên kết hàn
 - Nung nóng sơ bộ và nung nóng đồng thời khi hàn (biện pháp triệt để nhất)

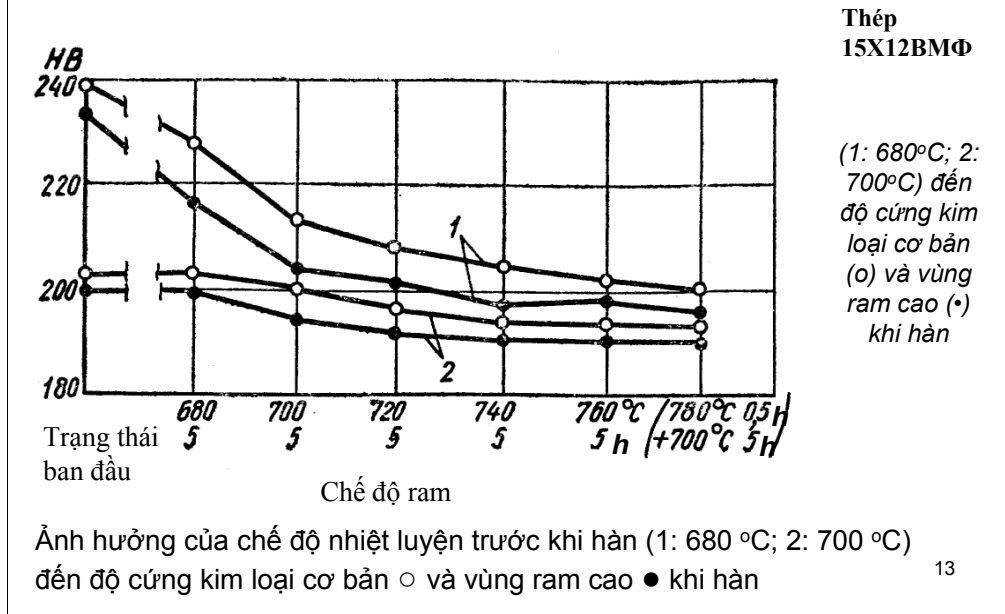
• $T_p = 200 \div 450$ °C (cục bộ hoặc nung toàn phần, T_p tăng theo độ cứng vững của liên kết); khi hàn cần nung đồng thời $200 \div 250$ °C.

• Hàn xong, cần để mối hàn nguội chậm, tránh gió lùa.

• Ngoài ra, trong một số trường hợp, có thể thông qua các biện pháp khác nhằm *giảm độ cứng vững của liên kết hàn*. Ví dụ, khi hàn trong môi trường CO_2 bằng điện cực nóng chảy các kết cấu tấm mỏng có độ cứng vững nhỏ (thép 12X13 mỏng hơn 10 mm và thép 20X13 mỏng hơn 8 mm) thì không cần phải nung nóng sơ bộ.

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIỎ CROM

- Công nghệ hàn thép martenzit và thép martenzit + ferit crom cao

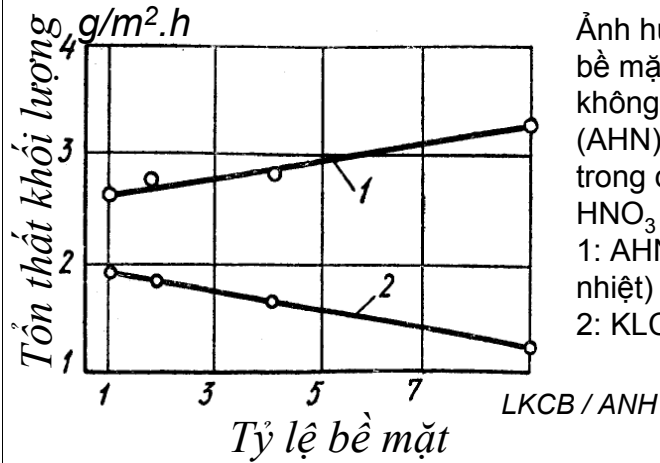


13

Do đó, để bảo đảm đồng đều cơ tính liên kết hàn, sau khi hàn cần ram cao ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ đã ram trước khi hàn một khoảng 20 °C.

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

- Công nghệ hàn thép martenzit và thép martenzit + ferit crom cao



Ảnh hưởng của tỷ lệ bề mặt thép 14X17H2 không tôi (KLCB) và bị tôi (AHN) lên tốc độ ăn mòn trong dung dịch 56% HNO₃ sôi
 1: AHN (vùng ảnh hưởng nhiệt)
 2: KLCB (kim loại cơ bản)

Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL

ĐHBK Hà Nội

14

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

- *Công nghệ hàn thép martenzit và thép martenzit + ferit crom cao*

Kim loại cơ bản	Hàn hồ quang tay	Hàn trong CO ₂	Hàn dưới lớp thuốc
12X13 20X13	10X13 (760 °C/4h)	08X14ГТ (700 °C/3h)	08X14ГТ Thuốc hàn axit nhẹ (750 °C/5h)
13X11B2MΦ	10X11BMΦT (730 °C/7h)	15X12HMΦБ (720 °C/2h)	15X12HMBΦ Thuốc hàn bazơ (750 °C/5h)

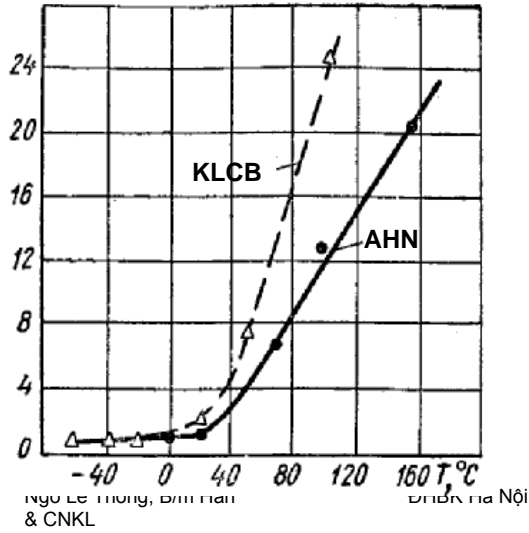
4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIỎ CROM

- *Công nghệ hàn thép ferit crom cao*
 - *13%Cr, rất ít C: 08X13;*
 - *17%Cr, ít C: 12X17, 08X17T, 08X17MT;*
 - *25 – 30%Cr: 15X25T*
 - *Đặc điểm: thép F dễ bị tăng kích thước hạt tại vùng nhiệt độ cao (vùng ảnh hưởng nhiệt hoặc kim loại mối hàn có thành phần giống kim loại cơ bản)*
 - *Hạt thô làm thép bị giảm tính dẻo và độ dai ở nhiệt độ thường và nhiệt độ thấp*

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

- Công nghệ hàn thép ferit crom cao

$a_k, kp.m/cm^2$



Độ dai và đập thép 08X17T chiều dày 10mm theo nhiệt độ thử tại vùng kim loại cơ bản (KLCB) và vùng ảnh hưởng nhiệt (AHN)

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

- *Công nghệ hàn thép ferit crom cao*
 - *Khi trong thép $Ti < 7(C + 6/7 N)$, việc nung bằng nguồn nhiệt hàn lên $950\text{ }^{\circ}\text{C}$ và nguội nhanh sẽ làm suy giảm khả năng chống ăn mòn, đặc biệt ăn mòn tinh giới.*
 - *Ram ở $760\div 780\text{ }^{\circ}\text{C}$: tăng tính dẻo và khả năng chống ăn mòn tinh giới của kim loại cơ bản và liên kết hàn.*
 - *Tránh tăng kích thước hạt khi hàn: sử dụng nguồn nhiệt tập trung công suất nhỏ.*
 - *Khi hàn hồ quang tay và hàn CO_2 , vật liệu hàn bảo đảm kim loại mối hàn có thành phần tương tự kim loại cơ bản (F) hoặc A, hoặc $A + F$.*

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

18

• Khả năng xuất hiện ăn mòn tinh giới: cacbit crom (khi có T, t) hình thành chủ yếu tại vùng ảnh hưởng nhiệt sát cạnh đường cháy. Hàm lượng cacbon (KLCB) phải rất thấp mới tránh được.

• Ví dụ: thép ferit 17% Cr và 25÷30% Cr (loại AISI 430 và AISI 446) có dải nhiệt độ nhạy cảm > 925 °C và để phục hồi khả năng chống ăn mòn tinh giới của chúng, chỉ cần ủ thép ferit trong khoảng 650÷815 °C trong 15÷60 phút.

• Do dải nhiệt độ nhạy cảm cao, vùng kim loại nằm kề mối hàn sẽ là vùng nhạy cảm (tại đó có thể xuất hiện cacbit crom), khác với thép không gỉ austenit, khi mà vùng này nằm cách mối hàn một khoảng cách nhất định.

• Không như đối với thép không gỉ austenit, việc giảm hàm lượng cacbon trong thép không gỉ ferit không có tác dụng ngăn sự hình thành cacbit crom (với thép AISI 430, hàm lượng 0,009% C vẫn không bảo đảm ngăn cacbit crom xuất hiện sau khi hàn). Trong trường hợp như vậy, việc bổ sung các nguyên tố như Ti (0,5%) và Nb (1,0%) có tác dụng ngăn ngừa cacbit crom hình thành. Ngoài ra, hai nguyên tố này còn có tác dụng ngăn mactenzit hình thành tại tinh giới (chúng có tác dụng tăng tính ổn định của ferit và do đó ngăn việc hình thành austenit).

• Tuy nhiên, các thép không gỉ ferit có hàm lượng crom và cacbon nâng cao (các loại AISI 430, 434, 442 và 446) có xu hướng tạo cacbit crom ở tinh giới trong vùng ảnh hưởng nhiệt (nhạy cảm với ăn mòn tinh giới). Vì vậy sau khi hàn, chúng cần được ủ để hòa tan cacbit crom và phục hồi lại khả năng chống ăn mòn.

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI CROM

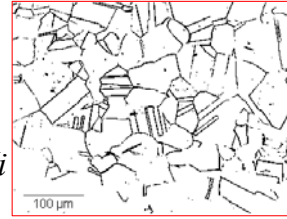
- *Công nghệ hàn thép ferit crom cao*
 - *Khi quá trình vận hành không đòi hỏi liên kết hàn có tính dẻo cao, để tránh nứt khi hàn, đặc biệt khi độ cứng vững lớn, có thể nung nóng sơ bộ và nung nóng đồng thời ở 120 – 180 °C.*
 - *Hàn hồ quang tay khi kim loại mối hàn cần có tổ chức F: que hàn thuộc nhóm vỏ bọc bazơ chứa một lượng lớn ferotitan và nhôm trong vỏ bọc (10X17T, 10X29)*
 - *Hàn bằng que hàn austenit (07X25H13, 07X25H18): kim loại mối hàn có tính chất khác xa kim loại cơ bản*

4.1 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIỎ CROM

- *Công nghệ hàn thép ferit crom cao*
 - *Khi hàn tự động (dưới lớp thuốc, CO₂):*
 - *Độ dai của kim loại mối hàn ferit (F) không tăng thậm chí khi ram cao (mặc dù có tăng khả năng chống ăn mòn đối với thép loại 08X17T).*
 - *Phổ biến hơn cả là kim loại mối hàn từ thép Cr – Ni (A và A + F). Kim loại mối hàn phải chứa Ti hoặc Nb để bảo đảm khả năng chống ăn mòn tương đương kim loại cơ bản (ví dụ dây 08X20H15ΦБИО cho hàn CO₂)*
 - *Hàn thép chịu nhiệt từ 25%Cr trở lên:*
 - *Trong kim loại mối hàn phải có lượng Cr tương ứng.*
 - *Hàn tự động thường có kim loại mối hàn A hoặc A + F (50%F)*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI AUSTENIT

- *Thành phần và tính chất*
 - *Chứa từ 16%Cr và 7%Ni trở lên*
 - *Xu hướng thay thế Ni nếu có thể*
 - *Thép hợp kim cao Cr – Ni và hợp kim Ni có khả năng chịu nhiệt độ thấp, bền nhiệt, chịu nhiệt và chống ăn mòn cao.*
 - *Phạm vi sử dụng: ngành chế tạo máy và thiết bị hóa chất, dầu khí, năng lượng, v.v.*
 - *Thành phần hợp kim quyết định phạm vi sử dụng.*
 - *Có 3 loại: chống ăn mòn, bền nhiệt, và chịu nhiệt.*



4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Thành phần và tính chất*
 - *Thép chống ăn mòn (tối đa 0,12%C):*
 - *Tùy thành phần và nhiệt luyện, có khả năng chống ăn mòn ở nhiệt độ thường và cao (đến 800 °C) trong không khí, môi trường khí khác, dung dịch kiềm hoặc axit, kim loại lỏng*
 - *Ví dụ thành phần: 08X18H10T, 12X18H10T, 08X18H12T, 10X17H13M2T, 08X18H12B, 10X14Γ14H4T.*
 - *Ví dụ ứng dụng: ống dẫn và khí cụ trong ngành hóa chất và dầu khí*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Thành phần và tính chất*
 - *Thép và hợp kim bền nhiệt:*
 - *Được hợp kim hóa bằng Mo, W (max. 7% mỗi nguyên tố), và B.*
 - *Ứng dụng chủ yếu: thiết bị năng lượng, như đường ống, chi tiết tuốc bin khí có nhiệt độ vận hành đến 750 °C hoặc cao hơn.*
 - *Ví dụ thành phần: 09X14NiHB2BP, XH78T*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Thành phần và tính chất*
 - *Thép chịu nhiệt:*
 - *Có khả năng chống ăn mòn bề mặt trong môi trường khí ở nhiệt độ tối đa 1100 – 1150 °C.*
 - *Al (max 2,5%) và W (max 7%) tạo khả năng chống oxi hóa, cùng với Si, chúng tạo lớp oxit bề mặt bền vững bảo vệ kim loại khỏi tác động của môi trường ăn mòn của khí ở nhiệt độ cao.*
 - *Ứng dụng: các chi tiết chịu tải trọng thấp (phần tử nung, khí cụ lò, v.v.).*
 - *Ví dụ thành phần: 20X13H28, 20X25H20C2, XH70Ю.*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Thành phần và tính chất*
 - *Sau khi tôi đồng nhất hóa tổ chức A (không phải để tạo M như trong trường hợp thép thường), thép có độ bền và tính dẻo cao*

Thép/ hợp kim	σ_C [kp/mm ²]	σ_B [kp/mm ²]	δ [%]
08X18H10 Tôi 1050 – 1100 °C/không khí	20	48	40
10X17H13M2T Tôi 1050 – 1100 °C/không khí	22	52	40
XH67MBTIO Tôi 1200 °C/không khí; hóa già 850 °C/15h	55 – 75	100 – 110	20 – 30

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

25

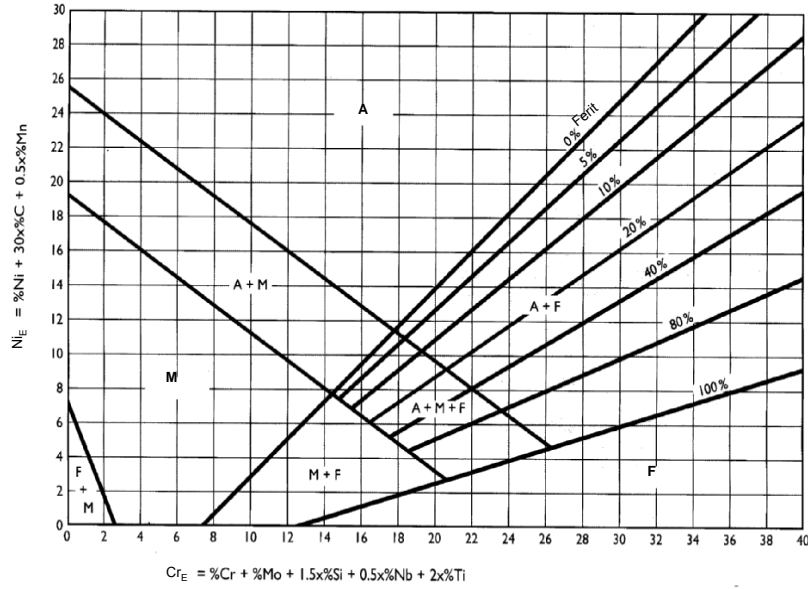
4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Thành phần và tính chất*
 - *Tổ chức kim loại phụ thuộc vào:*
 - *Thành phần hóa học (là chính)*
 - *Chế độ nhiệt luyện*
 - *Mức độ biến dạng dẻo*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Thành phần và tính chất

— Thành phần hóa học - Biểu đồ Schaeffler



27

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Thành phần và tính chất

– Chế độ nhiệt luyện °C

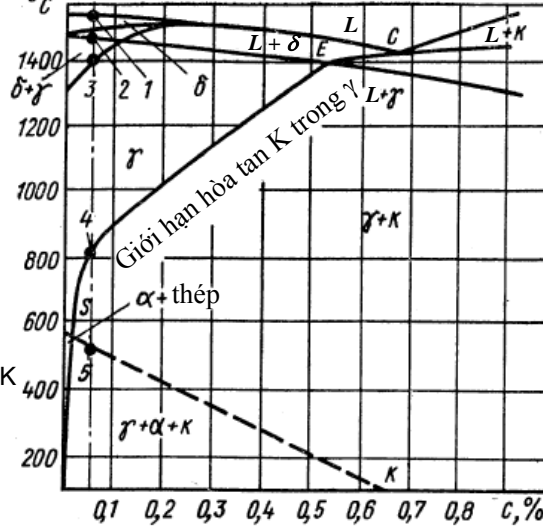
Giản đồ trạng thái
giả 2 nguyên của
hợp kim
0,05%C, 18% Cr,
8% Ni, 74% Fe

Nguội chậm:

$L \rightarrow \delta + \gamma \rightarrow \gamma \rightarrow \gamma + K \rightarrow \alpha + \gamma + K$

Nguội nhanh:

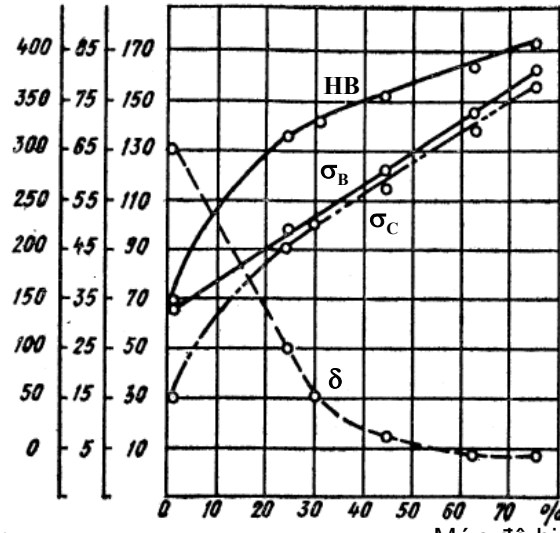
$L \rightarrow \gamma + (\delta)$



Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Thành phần và tính chất



Thay đổi cơ tính thép 17Cr18Ni8Ti theo mức độ biến dạng nguội (biến cứng)

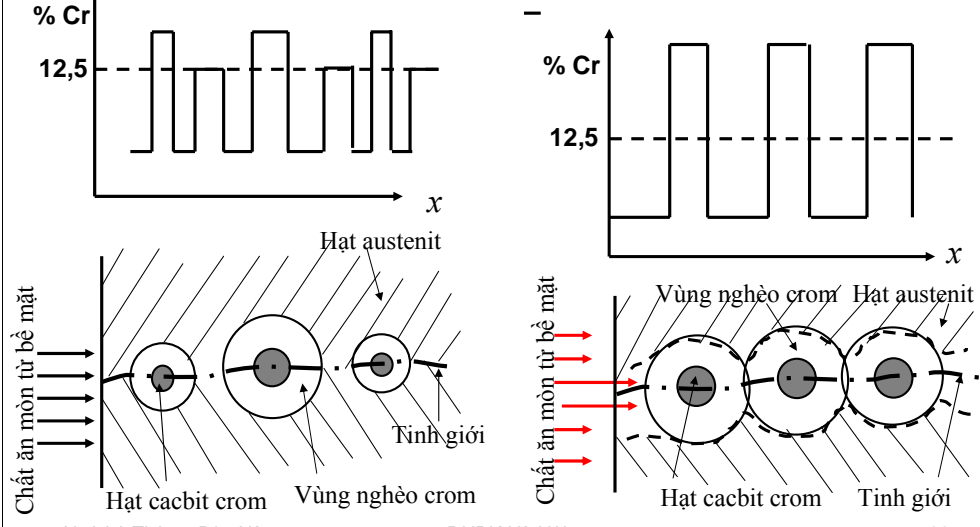
(Một phần γ chuyển biến thành α tại tinh giới, ngăn chuyển động trượt mạng tinh thể)

Ngô Lê Hồng & CNKL ĐHBK Hà Nội

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Thành phần và tính chất

Định nghĩa ăn mòn tinh giới



Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL

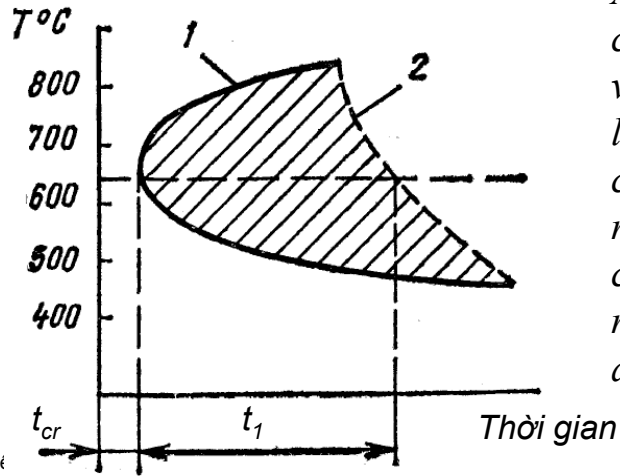
ĐHBK Hà Nội

30

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Thành phần và tính chất

- Vấn đề ăn mòn tinh giới



Ảnh hưởng của nhiệt độ và thời gian lên tính nhạy cảm với ăn mòn tinh giới của kim loại mối hàn thép austenit

Ngô Lê & CNK.L

31

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Thành phần và tính chất*
 - *Vấn đề ăn mòn tinh giới*
 - *Khi $Ti \geq (C - 0,02)$, $Nb \geq 10C$, cacbon ưu tiên liên kết với Ti, Nb (dưới dạng các hạt mịn cacbit phân tán) thay vì với Cr.*
 - *Vấn đề pha σ :*
 - *Thép chứa Cr cao (16 – 25%) và Mo, Si ở 700 – 850 °C dễ tiết ra pha σ , chủ yếu theo các phản ứng $\gamma \rightarrow \alpha \rightarrow \sigma$ hoặc $\delta \rightarrow \sigma$. Khả năng chịu nhiệt và bền nhiệt sẽ bị suy giảm.*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Tính hàn: Tính hàn của thép A chịu ảnh hưởng của (1) việc hợp kim hóa bằng nhiều nguyên tố, (2) tính đa dạng trong vận hành liên kết hàn*
 1. *Vấn đề nứt nóng mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt*
 2. *Vấn đề giòn kim loại mối hàn thép chịu nhiệt và thép bền nhiệt ở nhiệt độ cao*
 3. *Vấn đề suy giảm cơ tính do hệ số giãn nở nhiệt lớn*
 4. *Phá hủy do ăn mòn tinh giới và*
 5. *Nứt do ăn mòn dưới ứng suất*

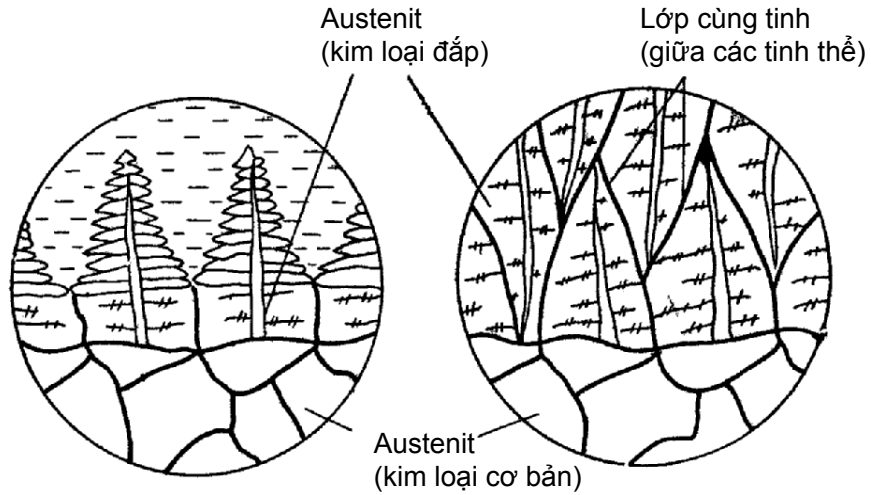
Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

33

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Nhiệt nóng mới hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt*



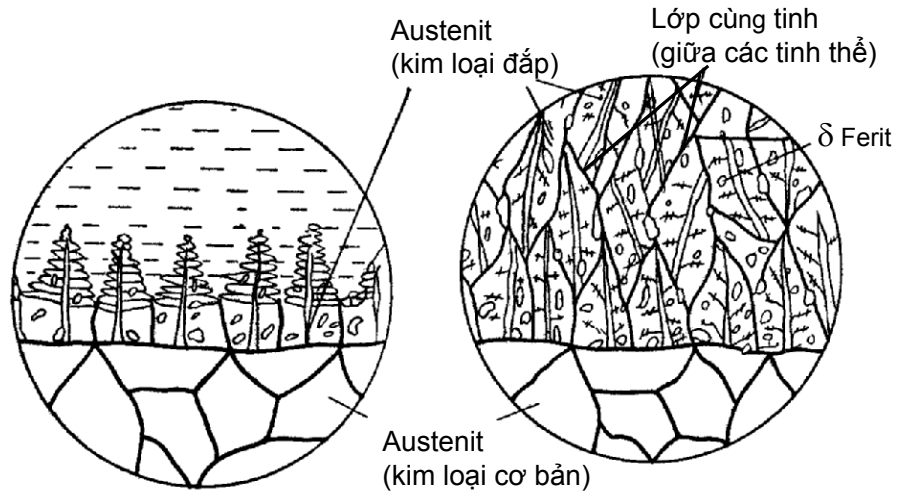
© CNPL

Kết tinh kim loại mới hàn 1 pha (γ)

34

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Nứt nóng mới hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt*



Ngô Lê Thống, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội & CNKL

Kết tinh kim loại mới hàn 2 pha ($\gamma + \delta$)

35

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI AUSTENIT

- *Nứt nóng mỗi hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt*
 - *Nứt nóng:*
 - Thể hiện dưới dạng nứt giữa các tinh thể
 - Có thể xuất hiện khi hàn, nhiệt luyện và khi vận hành liên kết hàn ở nhiệt độ cao
 - Chủ yếu dưới dạng cấu trúc hạt thô khi các tinh thể kết tinh của lớp sau nối tiếp hướng của các tinh thể lớp trước.
 - *Cách khắc phục:*
 - Làm mịn các hạt tinh thể khi kết tinh; làm mất tính định hướng của chúng; giảm chiều dày lớp cùng tinh → để kim loại mỗi hàn chứa một lượng nhất định δ ferit sơ cấp.
 - Sử dụng vật liệu hàn chứa ít S, P (dây hàn, lõi que hàn đã qua tinh luyện chân không hoặc tinh luyện điện xỉ)
 - Giảm: năng lượng đường, tiết diện mỗi hàn, lượng kim loại cơ bản tham gia vào mỗi hàn).

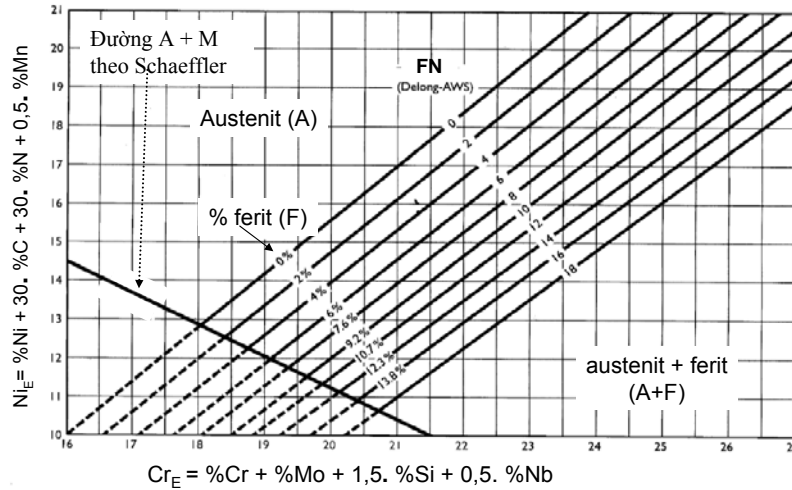
Ngô Lê Thông,
& CNKL

Đồ án tốt nghiệp

36

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

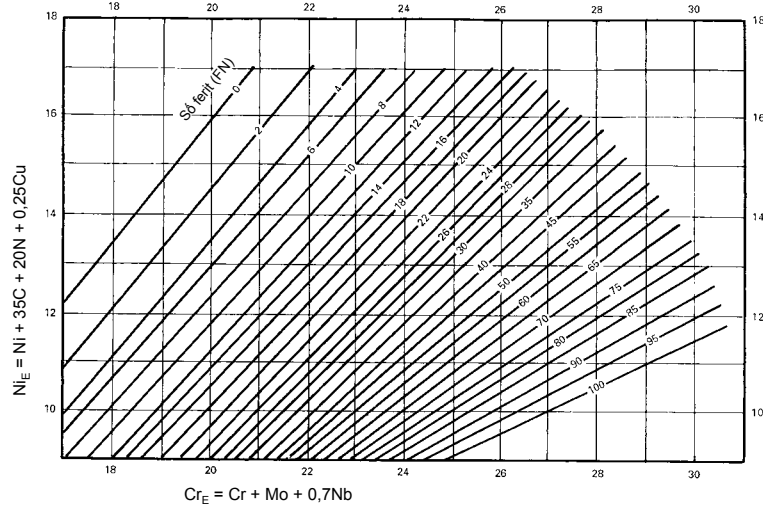
- *Nứt nóng mỗi hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt*



Giản đồ DeLong và chỉ số ferit FN (Ferrite Number)
 Ngô Lê Thông, B/m Hàn ĐHBK Hà Nội & CNKL

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Nứt nóng mỗi hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt*

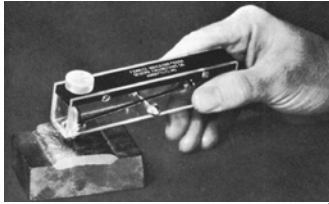


Giản đồ WRC 1992 và chỉ số ferit FN (Ferrite Number)

Nếu không có sẵn nồng độ nitơ thực, N = 0,08% đối với GMAW, N = 0,12% đối với FCAW tự bảo vệ.
N = 0,06% đối với các quá trình hàn khác.

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GỈ AUSTENIT

- *Nứt nóng mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt*



Dụng cụ đo
số FN (Severn gauge)

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

- Trong chế tạo và vận hành: sử dụng các dụng cụ đo nhanh lượng ferit
- Tiêu chuẩn AWS A4.2-74: Standard procedures for calibrating magnetic instruments to measure the delta-ferrite content of austenitic stainless steel weld-metal.
- Nguyên lý hoạt động của dụng cụ: dựa vào lực kéo của ferit trong kim loại mối hàn.
- Đi kèm dụng cụ đo là 8 mẫu chuẩn chứa từ 3 đến 27 FN.

39

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Vấn đề giòn kim loại mối hàn thép chịu nhiệt và thép bền nhiệt ở nhiệt độ cao*
 1. *Liên quan đến quá trình vận hành kết cấu hàn ở nhiệt độ cao.*
 2. *Thép bền nhiệt cần giữ được cơ tính cần thiết ở nhiệt độ cao.*
 3. *Tốc độ nguội khi hàn cao → các tổ chức kim loại không ổn định tại nhiệt độ cao được giữ lại.*
 4. *Sau đó, trong quá trình vận hành ở 350 °C trở lên, do khuếch tán, sẽ thay đổi tổ chức → suy giảm tính dẻo kim loại mối hàn.*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Vấn đề suy giảm cơ tính do hệ số giãn nở nhiệt lớn*

Thép austenit: hệ số giãn nở nhiệt lớn hơn nhiều so với thép thường

Hàn nhiều lớp:

- 1. Kim loại vùng ảnh hưởng nhiệt và các lớp hàn đầu tiên bị nung nhiều lần → biến dạng nhiệt (biến cứng)*
- 2. Độ cứng vĩnh của liên kết*
- 3. Biến cứng cũng làm tăng lượng ferit, tức là xác suất giòn mối hàn do pha sigma*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Phá hủy do ăn mòn tinh giới*



(a) Ăn mòn tại vùng ảnh hưởng nhiệt

(b) Ăn mòn tại kim loại mối hàn

(c) Ăn mòn dạng mũi dao

Các dạng ăn mòn tinh giới liên kết hàn

Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL

ĐHBK Hà Nội

42

A: KLCB thiếu nguyên tố ổn định hóa gamma (thừa cacbon)

B: tương tự như vậy đối với KLMH (KLCB chứa Nb, Ta, Ti)

C: KLCB có Nb, Ta, Ti nhưng tại vùng bị nung > 1250°C, TiC, NbC bị hòa tan và không phục hồi được sau khi hàn (chỉ xuất hiện Cr₂₃C₆).

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Phá hủy do ăn mòn tinh giới*

Cách phòng chống:

1. Giảm nồng độ cacbon xuống giới hạn hòa tan trong austenit (0,02...0,03%)
2. Hợp kim hóa austenit bằng các nguyên tố tạo cacbit mạnh (Ti, Nb, Ta, V)
3. Tôi đồng nhất hóa austenit từ 1050÷1100 °C (sau đó tránh khoảng 500÷800 °C)
4. Ủ ổn định hóa austenit 850÷900 °C/2÷3 h
5. Bảo đảm tổ chức 2 pha A+F (chứa đến 20÷25% F, tùy ứng dụng) thông qua hợp kim hóa thêm bằng Cr, Si, Mo, Al...

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Phá hủy do ăn mòn dưới ứng suất*
- Là tác động đồng thời của môi trường ăn mòn và ứng suất kéo. Ứng suất kéo xuất hiện do:
 1. Biến cứng
 2. Hàn
 3. Nhiệt luyện
 4. Tải vận hành
- Các yếu tố làm tăng khả năng phá hủy do ăn mòn dưới ứng suất:
 1. Mức ứng suất gia tăng
 2. Chất ăn mòn có nồng độ cao (ví dụ clorit và hydroxit)
 3. Nhiệt độ tăng
 4. Thời gian tác động tăng

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Phá hủy do ăn mòn dưới ứng suất*

Đặc điểm:

1. Là dạng phá hủy giòn (giữa các tinh thể hoặc xuyên tinh thể, nhưng ít gây hậu quả nghiêm trọng như phá hủy giòn thông thường (ví dụ thiết bị áp lực)
2. Có thể tác động trong vòng vài giờ, gây rò rỉ hóa chất

Có thể xuất hiện tại:

1. Kim loại cơ bản (ứng suất dư do biến cứng, ứng suất tải vận hành)
2. Kim loại mối hàn
3. Vùng ảnh hưởng nhiệt thép có nồng độ C cao
 - Môi trường dễ xuất hiện nhất: dung dịch nước của clorit ở nhiệt độ cao > 70 °C
 - Tổ chức A+F chống ăn mòn loại này tốt hơn tổ chức 1 pha A.

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

45

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Phá hủy do ăn mòn dưới ứng suất*

Các biện pháp chống ăn mòn dưới ứng suất (thép austenit và môi trường clorit, hydroxit):

1. Kiểm soát môi trường ăn mòn: tuân thủ quy trình thử thủy tĩnh thép austenit, các biện pháp cách nhiệt
2. Nếu không thể được, dùng vật liệu có khả năng chống ăn mòn tốt hơn (hợp kim coban, niken)
3. Nhiệt luyện giảm ứng suất dư > 900 °C (khó thực hiện)

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn
 - Cùng một mác thép có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau
 - Do đó yêu cầu đòi hỏi với tính chất liên kết cũng khác nhau
 - Vì vậy công nghệ hàn cũng tương ứng (vật liệu hàn, chế độ hàn, chế độ nhiệt)
 - Khả năng dẫn nhiệt kém (trang sau) + hệ số giãn nở nhiệt cao = chiều sâu chảy lớn và dễ biến dạng sau khi hàn
 - Điện trở riêng lớn gấp 5 lần so với thép thường, có thể gây nung nóng điện cực quá mức

Ngô Lê Thông, B/m Hàn
& CNKL

ĐHBK Hà Nội

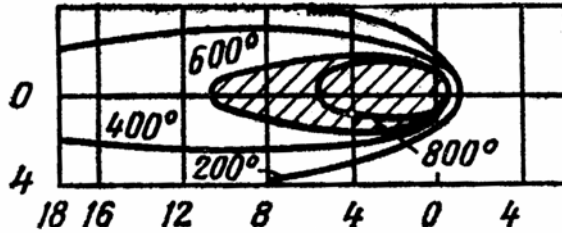
47

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

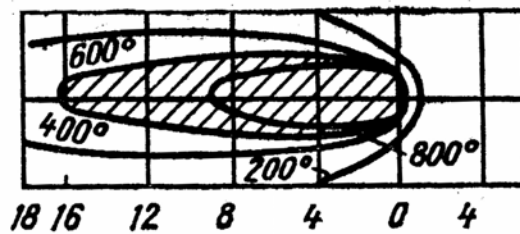
- Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn

Trường nhiệt độ khi hàn:

** * thép cacbon (hệ số dẫn nhiệt 0,096 cal/cm/s) và



*** thép hợp kim cao (hệ số dẫn nhiệt 0,4 cal/cm/s)



48

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn

Các biện pháp ngăn nứt nóng kim loại mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt:

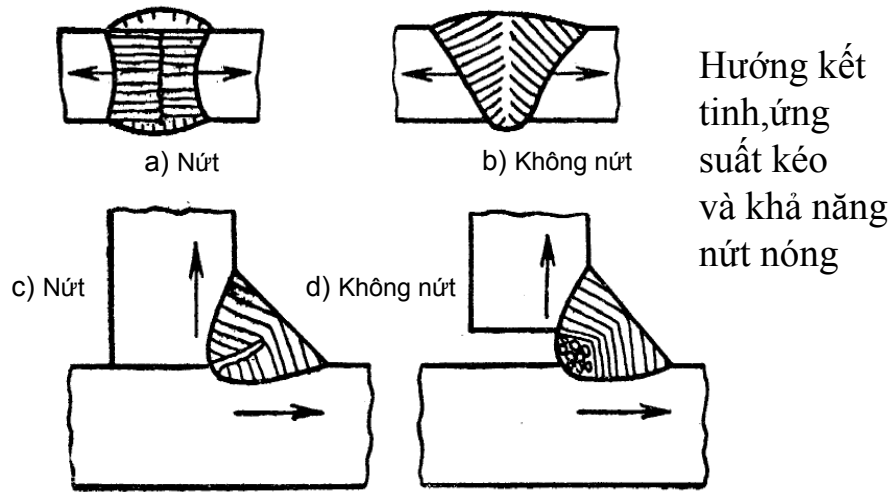
1. Hạn chế lượng P, S, Pb, Sn, Bi trong kim loại cơ bản và kim loại mối hàn (đặc biệt khi hàn thép có mức độ austenit hóa cao), giảm lượng kim loại cơ bản tham gia vào mối hàn.
2. Tạo tổ chức kim loại mối hàn có 2 pha
 - A+F: cho 3÷5% δ ferit với thép bền nhiệt và chịu nhiệt có mức độ austenit hóa không cao, đến 15% Ni; 15÷25% δ ferit (thép chống ăn mòn)
 - A+K+ (pha giữa các kim loại) min: cho thép có mức độ austenit hóa cao (>15% Ni)
3. Các biện pháp công nghệ thay đổi hình dạng vũng hàn và hướng phát triển các hạt austenit khi kết tinh (trang sau)
4. Giảm tác dụng lực lên liên kết hàn: giảm dòng hàn, chọn dạng mối hàn thích hợp

Ngô Lê Thông, B/m Hàn

ĐHBK Hà Nội

49

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT



Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL

ĐHBK Hà Nội

50

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn hồ quang tay

Cùng một mác que hàn, cùng một kim loại cơ bản nhưng khi thay đổi

- *Loại liên kết*
- *Tư thế hàn*

có thể làm thay đổi chiều sâu cháy và thành phần kim loại mối hàn.

Que hàn thuộc nhóm vỏ bọc bazơ:

- *Sấy trước khi hàn*
- *Sử dụng năng lượng đường nhỏ, hàn không dao động ngang, chiều dài hồ quang ngắn, dòng một chiều cực nghịch.*

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn hồ quang tay:

Chiều dày tấm [mm]	Que hàn [mm]		Cường độ [A] ở tư thế hàn		
	Đường kính	Chiều dài	Sấp	Đứng	Trần
...2,0	2	150...200	30...50	-	-
2,5...3,0	3	225...250	70...100	50...80	45...75
3,0...8,0	3...4	250...300	85...140	75...130	65...120
8,0...12,0	4...5	300...400	85...160	75...150	65...130

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Loại thép	Loại que hàn	Cấu trúc kim loại mối hàn
<i>Chống ăn mòn</i>		
08Cr18Ni10 08Cr18Ni10Ti, 12Cr18Ni10Ti 08Cr18Ni12Ti 08Cr18Ni12Nb 08Cr22Ni6Ti	E-04Cr20Ni9 E-07Cr20Ni9 E-08Cr19Ni10Mn2Nb	A + 2,5...7%F (chống ăn mòn tinh giới)
	E-02Cr19Ni9Nb	A + 5,0...10%F (yêu cầu khắc khe chống ăn mòn tinh giới)
	E-02Cr19Ni9Nb	A + 3,0...5,0%F (chống ăn mòn tinh giới, nhiệt độ vận hành đến 600 °C)
10Cr17Ni13Mo2Ti 10Cr17Ni13Mo3Ti 08Cr18Ni12Nb 08Cr21Ni6Mo2Ti <small>Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL</small>	E-08Cr19Ni10Mn2MoNb E-09Cr19Ni10Mn2Mo2Nb	A + 4,0...5,0%F (chống ăn mòn tinh giới, nhiệt độ vận hành đến 700 °C)
	E-09Cr19Ni10Mn2Mo2Nb <small>ĐHBK Hà Nội</small>	A + 4,0...8,0%F (yêu cầu khắc khe chống ăn mòn tinh giới) ₅₃

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn hồ quang tay

Loại thép	Loại que hàn	Cấu trúc kim loại mối hàn
<i>Bền nhiệt</i>		
12Cr18Ni9 12Cr18Ni10Ti 08Cr18Ni12Ti	E-08Cr16Ni8Mo2 E-08Cr17Ni8Mo2	A + 2,0...4%F (nhiệt độ vận hành đến 800 °C)
10Cr23Ni18	E-10Cr25Ni13Mn2	A + 2,5%F (nhiệt độ vận hành đến 850 °C)
<i>Chịu nhiệt</i>		
20Cr20Ni14Si2 08Cr20Ni14Si2	E-12Cr24Ni14Si2	A + 3,0...10%F (nhiệt độ vận hành đến 900...1100 °C)
20Cr25Ni20Si2 40Cr18Ni25Si2	E-28Cr24Ni16Mn6	A + K (nhiệt độ vận hành đến 1050 °C, bền nhiệt)

Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL

ĐHBK Hà Nội

54

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn dưới lớp thuốc

So với hàn hồ quang tay: Tính ổn định cao hơn về thành phần và tính chất kim loại mối hàn:

- Khi thay que hàn hồ quang tay: tốc độ hàn và tốc độ nguội thay đổi → thay đổi thành phần
- Nóng chảy đều dây hàn và kim loại cơ bản dọc mối hàn (tốc độ không đổi)
- Mức độ bảo vệ vùng hàn cao hơn
- Tạo dáng mối hàn tốt hơn (chuyển tiếp đều vào kim loại cơ bản)
- Không có bắn tóe (mà có thể ảnh hưởng đến khả năng chống ăn mòn)

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn

Hàn dưới lớp thuốc

Phạm vi sử dụng:

- Cho dải chiều dày 3...50 mm
- Từ 3...12 mm không phải vát mép (hàn hồ quang tay: 3...5 mm)
- Có thể hàn với khe đáy lớn và không vát mép với chiều dày tấm đến 30...40 mm

Lưu ý:

- Khi thay đổi chiều dày tấm cần hàn, dạng vát mép và phần kim loại cơ bản tham gia mỗi hàn thay đổi → khó khống chế tỷ lệ ferit trong kim loại mối hàn (với cùng một tổ hợp kim loại cơ bản, dây hàn và thuốc hàn)

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn dưới lớp thuốc

- Tầm với điện cực nhỏ hơn 1,5...2 lần so với hàn thép hợp kim thấp
- Cần hàn các mối hàn nhiều lớp, mỗi lớp có tiết diện nhỏ
- Ưu tiên hợp kim hóa mối hàn bằng dây hàn, thay vì bằng thuốc hàn
- Thuốc hàn thuộc nhóm bazơ

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn dưới lớp thuốc

Yêu cầu	Loại thuốc hàn (mác/thành phần %)
Kim loại mối hàn A + F	• <u>ANF-16</u> : $\leq 5,0$ SiO ₂ , 50...55 CaF ₂ , 5,0...7,0 MgO, 28,0...32,0 Al ₂ O ₃ , 0,07 S, 0,04 P
Kim loại mối hàn A + F để hàn thép có mức austenit hóa không cao	• <u>AN-26</u> : $\leq 5,0$ SiO ₂ , 50...55 CaF ₂ , 5,0...7,0 MgO, 28,0...32,0 Al ₂ O ₃ , 0,07 S, 0,04 P
Kim loại mối hàn A để hàn thép có mức austenit hóa cao	• <u>ANF-5</u> : $\leq 2,0$ SiO ₂ , 75...80 CaF ₂ , 0,05 S, 0,02 P • <u>48-OF-6</u> : $\leq 4,0$ SiO ₂ , $\leq 0,3$ MnO, 52,5 CaF ₂ , $\leq 3,0$ MgO, 19,5 CaO, 23,5 Al ₂ O ₃ , 0,05 S, 0,04 P

Ngô Lê Thông, B/m Hàn & CNKL

ĐHBK Hà Nội

58

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn dưới lớp thuốc

Loại thép	Loại dây hàn	Yêu cầu
<i>Chống ăn mòn</i>		
12Cr18Ni9 12Cr18Ni10Ti 08Cr18Ni9Ti	01Cr19Ni9; 04Cr19Ni9; 06Cr19Ni9Ti; 07Cr18Ni9TiAl 04Cr19Ni9Si2 05Cr19Ni9V3Si2	Chống ăn mòn tinh giới
12Cr18Ni10Ti 10Cr18Ni10Ti 08Cr18Ni12Ti 08Cr18Ni12Nb	07Cr18Ni10Nb 05Cr20Ni9VNBsi	Chống ăn mòn tinh giới. Nhiệt độ vận hành trên 350 °C
10Cr17Ni13Mo3Ti 08Cr18Ni12Nb	08Cr19Ni10Mo3Nb 06Cr20Ni11Mo3TiNb	Yêu cầu khắt khe với chống ăn mòn tinh giới

Ngô Lê Hồng, Bùi Phan
& CNKL

Đào Hà Nội

59

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn dưới lớp thuốc

Loại thép	Loại dây hàn	Yêu cầu
<i>Bền nhiệt</i>		
12Cr18Ni9	04Cr19Ni9	Chống ăn mòn tinh giới; kim loại mối hàn A +F
08Cr18Ni9Nb 08Cr18Ni12Ti	08Cr18Ni8Mn2Nb	Kim loại mối hàn A +F
<i>Chịu nhiệt</i>		
20Cr23Ni13 08Cr20Ni14Si2	07Cr25Ni13	
20Cr23Ni13	07Cr25Ni12Mn2Ti 06Cr25Ni12TiAl 08Cr25Ni13NbTiAl	Nhiệt độ vận hành 900...1100 °C
20Cr23Ni13 08Cr20Ni14Si2	08CrNi50 ĐHBK Hà Nội	Nhiệt độ vận hành ≤1100 °C

Ng 01/09/2005
& CNKL

60

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn điện xỉ

- Có thể đạt được kim loại mối hàn austenit mà không xuất hiện nứt nóng
- Kim loại vùng ảnh hưởng nhiệt bị lưu lại lâu ở 1200...1250 °C có thể suy giảm cơ tính dẫn đến nứt, đặc biệt với thép chịu nhiệt trong quá trình nhiệt luyện và vận hành sau khi hàn
- Với thép chống ăn mòn: trong vùng ảnh hưởng nhiệt có thể xuất hiện ăn mòn dạng mũ dao
- Sử dụng thuốc hàn bazơ không chứa oxi, kết hợp với bảo vệ bằng luồng khí Ar (đặc biệt với thép bền nhiệt) để ngăn oxy hóa Ti, Mn...

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn điện xỉ

Chiều dày tấm, mm	Điện cực, mm; Thuốc hàn, %	Chiều sâu bể xỉ, mm	Tốc độ điện cực, m/h	Dòng hàn, A	Điện áp hàn, V	Khe đáy, mm
100	Dây Ø3; ANF-7: 20 CaO; 80 CaF ₂	25...35	330	600...800	40...42	28...32
100	Tấm 10x100; ANF-7: 20 CaO; 80 CaF ₂	15...20	2,4	1200...1300	24...26	28...32
200	Tấm 12x200; ANF-1: ≤ 5,0 SiO ₂ ; ≥ 92 CaF ₂	15...20	1,9	3500...4000	22...24	38...40
200	Tấm 12x200; ANF-6: 35 CaO; 65 CaF ₂	15...20	1,9	1800...2000	26...28	38...40

Ngô Lê Hồng, B. H. H. & CNKL

ĐHBK Hà Nội

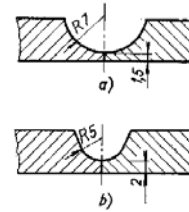
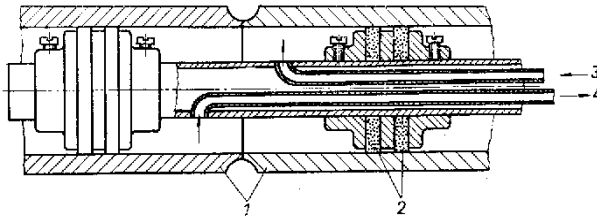
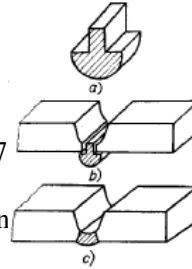
62

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn trong môi trường khí bảo vệ

- Khí bảo vệ: Ar, He, hỗn hợp khí
- Chiều dày tấm cần hàn: từ vài phần chục đến hàng chục mm
- Hàn bằng điện cực không nóng chảy: chiều dày tấm từ 7 mm trở xuống
- Với hàn ống cố định, có thể cho chiều dày thành ống lớn hơn
- Thích hợp cho hàn lớp đáy các ống dày (kết hợp biện pháp bảo vệ đáy và vòng lót đáy)



63

4.2 CÔNG NGHỆ HÀN THÉP KHÔNG GIẢI AUSTENIT

- *Đặc điểm công nghệ và kỹ thuật hàn*

Hàn trong môi trường khí bảo vệ

- Khí bảo vệ: Ar, He, CO₂, hỗn hợp khí
- Hàn bằng điện cực nóng chảy: có khả năng thay đổi đặc trưng luyện kim (thông qua thay đổi thành phần khí), cho phép hàn ở nhiều tư thế (thích hợp cho hàn ở hiện trường)
- Ar: dịch chuyển dạng giọt hoặc dạng tia. Dịch chuyển dạng tia: hồ quang có tính ổn định cao, không có bắn tóe.
- Ar + 3...5% O₂: cho phép giảm giá trị dòng tới hạn, giảm rỗ khí do hydro gây ra
- Ar + 15...20% CO₂: tiết kiệm Ar, nhưng lượng nguyên tố hợp kim bị oxi hóa tăng
- CO₂: kim loại mối hàn có thể chứa thêm 0,02...0,04% C nếu kim loại cơ bản là thép chứa ít hơn 0,1% C (làm giảm khả năng chống ăn mòn tinh giới). Dây hàn phải chứa đủ nguyên tố khử oxi và nguyên tố tạo cacbit (Ti, Al).

Ngô Hệ Thống, B(m) Hàn & CNKL

ĐHBK Hà Nội

64