ĐẶC TÍNH BỀN CƠ HỌC VẬT LIỆU MỐI HÀN PLASMA THÉP KHÔNG GỈ TẤM MỎNG SUS 304

MECHANICAL STRENGHT CHARACTERISTIC OF THE PLASMA BUTT WELDED MATERIAL OF SUS 304 STAINLESS STEEL THIN PLATES

Đỗ Hải Tĩnh[1], Hà Minh Hùng[1,2], Đào Duy Trung[1]
[1]Viện Nghiên cứu Cơ khí
[2]Viện Phát triển Kỹ thuật, Công nghệ tiên tiến

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu thực nghiệm công nghệ hàn plasma khi hàn giáp mối các tấm thép không gỉ tấm mỏng SUS 304, sử dụng thiết bị hàn của hãng LINCOLN C3-MATIC 32-33 quy mô sản xuất công nghiệp. Độ bền kéo và giới hạn chảy vật liệu mối hàn xác định bằng cách thử phá hủy mẫu theo phương ngang mối hàn. Kết quả cho thấy hầu hết các mẫu thí nghiệm chọn ở chế độ hàn khác nhau đều đạt yêu cầu và có giá trị trung bình trong khoảng σ_k *= 417,334 ÷ 723,211 MPa, còn giới hạn chảy tương ứng là* σ_s *= 304,414 ÷ 344,653 MPa. Vết phá hủy khi kéo đứt đa số mẫu đều xảy ra tại vùng kim loại cơ bản, một số mẫu khác thì ở gần biên giới vật liệu mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).*

Từ khóa: *Hàn plasma; Thép không gỉ SUS 304; Vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ).*

ABSTRACT

This article introduces the results of experimental research on plasma butt welded of SUS 304 stainless steel thin plates, made by plasma welding technology, using welding equipment of LINCOLN C3-MATIC 32-33 on an industrial scale. Tensile and yield strength have been tested by the destructive test of combined structure by transverse weld method. The results showing most of the tests selected in different welding modes, that had satisfactory and has an average value in the range σ_k *= 417.334 ÷ 723.211 MPa and* σ_s *=304.414 ÷ 344.653 MPa. Breakdown at break in most samples occurred in the base metal zone, while others were near the weld border and heat affected zone (HAZ).*

Keywords: *Plasma welding; SUS 304 stainless steel; Heat affected zone (HAZ).*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

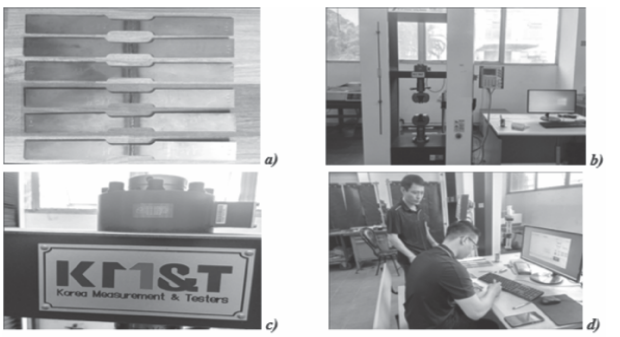
Trong công trình nghiên cứu thực nghiệm ứng dụng công nghệ hàn plasma cho dạng vật liệu kết cấu giáp mối ở vị trí hàn bằng từ các tấm thép không gỉ tấm mỏng SUS 304 [1], tác giả đã giới thiệu một số kết quả nghiên cứu thực nghiệm công nghệ hàn plasma giáp mối các tấm thép không gỉ tấm mỏng SUS 304 khi sử dụng thiết bị hàn của hãng LINCOLN C3-MATIC 32-33 (mô-đen 450+/Plasma–SP7 Turnmatic TT) [2] quy mô sản xuất công nghiệp. Việc cài đặt chương trình hàn tự động theo một số chế độ hàn lựa chọn khác nhau đảm bảo quá trình hàn ổn định, được đánh giá qua quá trình giám sát trực tuyến và kiểm tra trực tiếp mẫu thí nghiệm sau khi hàn. Chất lượng mối hàn đã được đánh giá thông qua tiêu chí hình thái bề mặt và độ uốn võng do biến dạng nhiệt sau khi hàn và làm nguội trong môi trường không khí. Kết quả thực nghiệm cho thấy có 8/9 mẫu thí nghiệm đều đạt yêu cầu về chất lượng mối hàn giáp mối thép không gỉ tấm mỏng SUS 304 có chiều dày 2 mm [1]. Tuy nhiên, để làm rõ hơn về ảnh hưởng của các chế độ hàn plasma đã chọn đến đặc tính bền cơ học của mối hàn, bài báo này giới thiệu kết quả thí nghiệm thử phá hủy mẫu bằng phương pháp kéo đứt trên thiết bị máy kéo nén vạn năng kỹ thuật số tại phòng LAS HwC thuộc Trung tâm Hàn Việt – Đức, Tổng cục Đo lường và Chất lượng, Bộ Khoa học và Công nghệ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các mẫu thử kéo được cắt từ các tấm thép không gỉ SUS 304 có chiều dày 2,0 mm theo hướng ngang mối hàn giáp mối tại 3 vị trí: phần đầu, phần giữa và phần cuối mối hàn. Ký hiệu mẫu thí nghiệm được đánh số thứ tự theo chế độ hàn đã lựa chọn và có chỉ số tương ứng. Ví dụ như: số 1-2 (mẫu số 1, cắt ở phần đầu đường hàn); số 2-3 (mẫu số 2, cắt ở 1/4 chiều dài đường hàn); số 3-4 (mẫu 3, cắt ở 1/3 chiều dài đường hàn); số 5-5 (mẫu 5, cắt ở 1/2 chiều dài đường hàn);…, số 9-6 (mẫu 9, cắt ở 3/4 chiều dài đường hàn), số 9-7 (mẫu 9, cắt ở phần cuối đường hàn).

Phương pháp thử và các mẫu thử phá hủy được gia công theo quy định riêng của cơ sở nghiên cứu chuyên ngành (hình 1,a). Trên hình 1,b÷d là ảnh máy kéo nén kỹ thuật số KM&T của Hàn Quốc chế tạo và các nhân viên kiểm định thực hiện thí nghiệm.

Chỉ tiêu đánh giá chủ yếu gồm: độ bền kéo (σ_k, MPa), giới hạn chảy (σ_s, MPa) và độ giãn dài tương đối (δ, %) của vật liệu mối hàn.



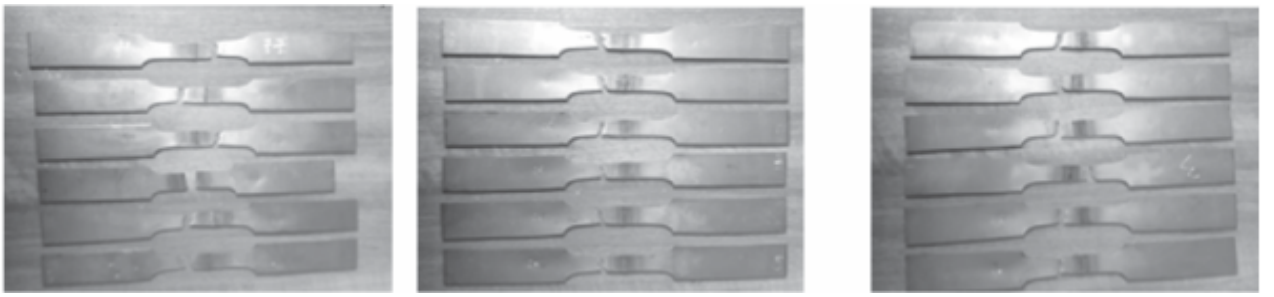
Hình 1. Ảnh mẫu trước khi thử phá hủy xác định độ bền kéo mối hàn plasma thép không gỉ SUS 304 (a); máy thử kéo nén kỹ thuật số KM&T của Hàn Quốc sử dụng cho thí nghiệm (b,c); ảnh chụp chuyên gia thử nghiệm tại một thời điểm thực hiện thí nghiệm (d)

3. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Trên hình 2 là ảnh chụp một số mẫu thí nghiệm ở trạng thái sau khi bị phá hủy, theo đó có thể quan sát được đặc điểm của vết kéo đứt mẫu.

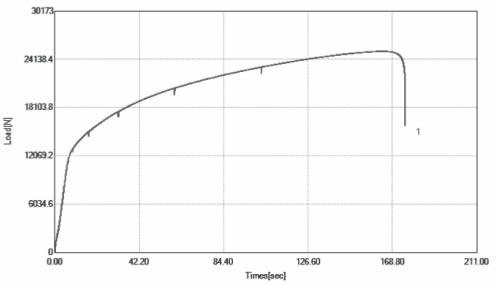
Đồ thị lực kéo phá hủy mẫu xuất từ máy tính kết nối với máy thử kéo KM&T đối với 9 mẫu điển hình cho trên hình 3.

Số liệu tính toán độ bền kéo và độ giãn dài tương đối của các mẫu thí nghiệm cho trong bảng 1.

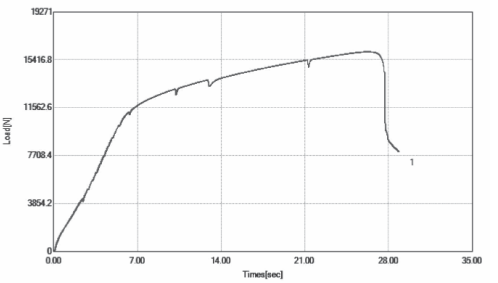


a) Nhóm mẫu 1 *b) Nhóm mẫu 2* *c) Nhóm mẫu 3*

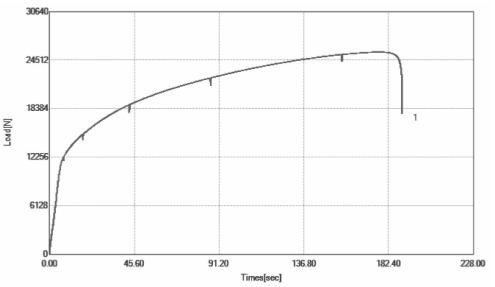
Hình 2. Ảnh chụp các mẫu thí nghiệm điển hình sau khi bị kéo đứt



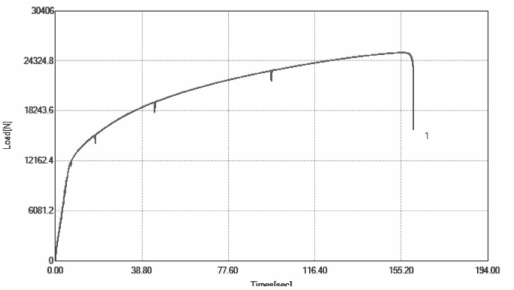
a) Mẫu số 1-2: σ_k = 655,304 MPa, σ_s = 320,092 MPa, δ_{max} = 43,79%



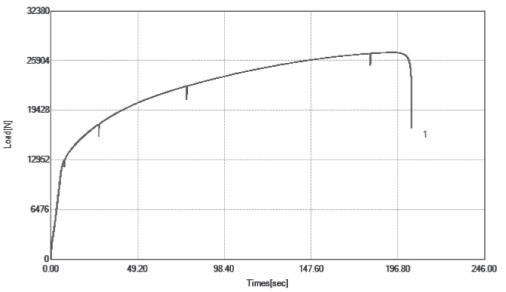
b) Mẫu số 2-2: σ_k = 417,334 MPa, σ_s = 314,865 MPa, δ_{max} = 7,21%



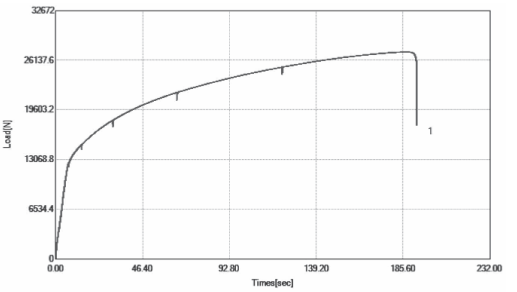
c) Mẫu số 3-4:σ_k= 686,925 MPa σ_s = 321,872 MPa, δ_{max} = 47,46%



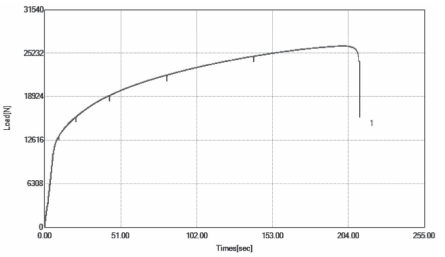
d) Mẫu số 4-3: σ_k = 665,738 MPa, σ_s = 304,414 MPa, δ_{max} = 40,2 %



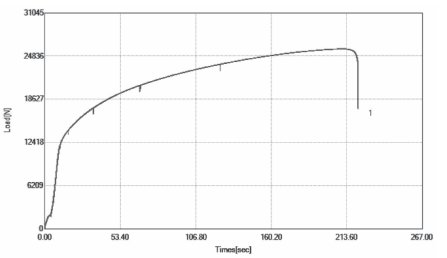
e) Mẫu số 5-5: σ_k = 723,211 MPa σ_s = 344,653 MPa, δ_{max} = 51,16 %



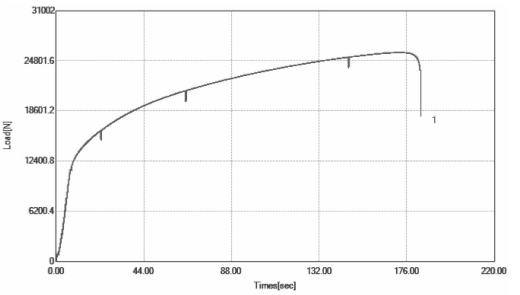
f) Mẫu số 6-2: σ_k = 693,656 MPa σ_s = 327,134 MPa, δ_{max} = 48,28 %



g) Mẫu số 7-3: σ_k = 665,392 MPa
σ_s = 308,785 MPa, δ_{max} = 52,93 %



h) Mẫu số 8-4: σ_k = 661,757 MPa
σ_s = 312,935 MPa, δ_{max} = 45,81 %



k) Mẫu số 9-6: σ_k = 669,687MPa σ_s = 316,749 MPa, δ_{max} = 55,5 %
Hình 3. Đồ thị lực kéo phá hủy mẫu mối hàn plasma thép SUS 304

Từ hình 2 trên đây cho thấy: đa số các mẫu thử đều bị phá hủy với vết kéo đứt ở vị trí gần vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) và vùng kim loại cơ bản (KLCB), điều đó chứng tỏ độ bền kéo theo phương ngang với đường hàn giáp mối của vật liệu mối hàn plasma đều đạt giá trị khá cao và lớn hơn so với vật liệu KLCB. Một số ít mẫu có vết phá hủy ở biên giới mối hàn với vùng HAZ, khi đó độ bền kéo của vật liệu mối hàn có giá trị thấp hơn độ bền kéo của vật liệu vùng HAZ và KLCB.

Bảng 1. Kết quả thử nghiệm kéo đứt mẫu hàn plasma thép SUS 304 (chiều dày 2,0 mm)

Ký hiệu mẫu	Các thông số công nghệ hàn khảo sát					Đường kính dây bù, d_b, mm	Chiều dày phôi hàn, δ, mm	Độ bền kéo mối hàn, σ_k, MPa	Giới hạn chảy vật liệu mối hàn, σ_s, MPa	Độ giãn dài tương đối khi phá hủy, δ, %
	I_h, A	I_b, A	v_h, cm/ph	$v_{c.d}$, cm/ph	$G_{k.p}$, l/ph					
1-2	100	60	34	80	2,0	1,0	2,0	655,304	320,092	43,79
2-2	80	50	40	90	2,0	1,0	2,0	417,334	314,865	7,21
3-4	90	50	30	80	2,0	1,0	2,0	686,925	321,872	47,46
4-3	90	50	25	80	2,0	1,0	2,0	665,738	304,414	40,20
5-5	90	50	30	90	2,0	1,0	2,0	723,211	344,653	51,16
6-2	90	50	28	90	2,0	1,0	2,0	693,656	327,134	48,28
7-3	95	50	32	90	2,0	1,0	2,0	665,392	308,785	52,93
8-4	95	50	30	90	2,0	1,0	2,0	661,757	312,395	45,81
9-6	100	50	30	90	2,0	1,0	2,0	669,687	316,749	55,5

Phân tích số liệu thực nghiệm cho trong bảng 1, ta có nhận xét như sau:

- Nhóm mẫu 1: Mẫu thí nghiệm số 1-2 nhận được khi hàn với hai thông số I_h/I_b = 1,667; v_h = 34 cm/ph, còn tốc độ cấp dây bù $v_{c.d}$ = 80 cm/ph cho kết quả tốt, độ bền kéo và giới hạn chảy vật liệu mối hàn đạt giá trị tương ứng là σ_{k1}= 655,304 MPa, σ_{s1} =320,092 MPa, δ_1 = 43,79 %. Mẫu số 2-2 (chế độ hàn: I_h/I_b = 1,6; v_h = 40 cm/ph; $v_{c.d}$ = 90 cm/ph), khi tăng tốc độ hàn và tốc độ cấp dây bù thì độ bền kéo mối hàn giảm: σ_{k2} = 417,334 MPa, σ_{s2} = 314,865 MPa, δ_2 = 7,21 %. Mẫu số 3-4 được hàn ở chế độ I_h/I_b = 1,8; v_h = 30 cm/ph; $v_{c.d}$ = 80 cm/ph., độ bền kéo và giới hạn chảy vật liệu mối hàn có giá trị là σ_{k3} = 686,925 MPa, σ_{s3} = 321,872 MPa, δ_3 = 47,46 %. Về cơ bản hai mẫu thí nghiệm có ký hiệu 1-2 và 3-4 có chất lượng mối hàn tốt, còn mẫu số 2-2 có vết phá hủy gần biên giới mối hàn và vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) nên xếp vào loại chưa tốt;

- Nhóm mẫu 2: Ba thông số công nghệ đầu vào khảo sát chủ yếu khi chọn chế độ hàn plasma áp dụng cho mẫu 4-3 là tỷ số cường độ xung dòng trên và xung dòng dưới I_h/I_b = 1,667; tốc độ hàn v_h = 25 cm/ph; tốc độ cấp dây bù $v_{c.d}$ = 80 cm/ph, còn đối với mẫu 7-3 là I_h/I_b = 1,667; v_h = 32 cm/ph; $v_{c.d}$ = 90 cm/ph. Độ bền kéo và giới hạn chảy vật liệu mối hàn tương ứng khảo sát trên hai mẫu có ký hiệu 4-3 và 7-3 có giá trị khá cao σ_{k4} = 665,738 MPa, σ_{s4} = 304,414 MPa, δ_4 = 40,2 % và σ_{k7} = 665,392 MPa, σ_{s7} = 308,785 MPa, δ_7 = 52,93 %, lớn hơn so với kim loại cơ bản (phôi thép SUS 304 trước khi hàn). Từ đó cho thấy khi cùng một mức cài đặt chương trình hàn tự động I_h/I_b như nhau, nếu tăng tốc độ hàn thì cũng tăng tốc độ cấp dây vật liệu bù mới đảm bảo chất lượng mối hàn tốt;

- Nhóm mẫu 3: hai mẫu có ký hiệu 5-5 và 6-2 nhận được ở chế độ hàn với các thông số đầu vào khảo sát như nhau, nhưng có điều chỉnh thông số tốc độ hàn (I_h/I_b = 1,8; v_h =30 cm/ph; $v_{c.d}$ = 90 cm/ph) và I_h/I_b = 1,8; v_h = 28 cm/ph; $v_{c.d}$ = 90 cm/ph) tương ứng. Ở đây, độ bền kéo và giới hạn chảy vật liệu mối hàn có giá trị rất cao σ_{k5} = 723,211 MPa, δ_{s5} = 344,653 MPa, δ_5 = 51,16 % (mẫu 5-5) và σ_{k6} = 693,656 MPa, σ_{s6} = 327,134 MPa, δ_6 = 48,28 % (mẫu 6-2). Ảnh hưởng của tốc độ hàn đối với hai mẫu nhóm 3 này có thể giống như hai mẫu 3-4 và 4-3 đã xét trên đây (σ_k giảm khi v_h giảm). Chất lượng mối hàn đều tốt;

- Nhóm mẫu 4: hai mẫu có ký hiệu 8-4 và 9-6 nhận được ở chế độ hàn với các thông số đầu vào khảo sát như nhau: v_h = 30 cm/ph; $v_{c.d}$ = 90 cm/ph.), nhưng có điều chỉnh tỷ số I_h/I_b = 1,9 (mẫu 8-4) và I_h/I_b = 2,0 (mẫu 9-6). Độ bền kéo và giới hạn chảy vật liệu mối hàn có giá trị cũng khá cao σ_{k8} = 661,757 MPa, δ_{s8} = 312,935 MPa, δ_8 = 45,81 % (mẫu 8-4) và σ_{k9} = 669,687 MPa, σ_{s9} = 316,749 MPa, δ_9 = 55,5 % (mẫu 9-6), thấp hơn so với nhóm mẫu 3 ở trên. Chất lượng mối hàn đều tốt.

4. KẾT LUẬN

1) Kết quả thử phá hủy xác định độ bền kéo theo phương ngang tại nhiều vị trí khác nhau của đường hàn plasma thép không gỉ tấm mỏng (chiều dày 2,0 mm) SUS 304 là một trong các tiêu chí chính khi đánh giá chất lượng mối hàn nhận được theo một số chế độ hàn đã chọn với các mức điều chỉnh 3 thông số công nghệ chính gồm I_h/I_b, v_h và $v_{c.d}$ cho thấy mối hàn đạt yêu cầu, có bề mặt đẹp và độ bền lớn hơn hoặc bằng độ bền vật liệu kim loại cơ bản trước khi hàn;

2) Để có đánh giá chất lượng mối hàn ☞

plasma khi hàn giáp mối các tấm thép SUS 304 một cách toàn diện hơn, nhóm nghiên cứu đã tiến hành khảo sát và chụp ảnh tổ chức tế vi vật liệu mối hàn trên một số mẫu thí nghiệm điển hình. Kết quả sẽ trình bày trong một bài báo khác ở số tiếp theo.❖

Ngày nhận bài: **25/5/2022**
Ngày phản biện: **28/6/2022**

Tài liệu tham khảo:

[1]. Đỗ Hải Tĩnh, Hà Minh Hùng, Đào Duy Trung:"*Nghiên cứu thực nghiệm hàn plasma giáp mối thép không gỉ tấm mỏng SUS 304*", Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 291, tháng 6/2022, trang 5-13;

[2]. www.airliquidewelding.com: *Tài liệu kỹ thuật thiết bị hàn plasma của hãng LINCOLN*

C3 MATIC SF 32-33/PILOT PRO, N450+/ Plasma SP7 Turnmatic TT;

[3]. *Tài liệu kỹ thuật máy kéo nén kỹ thuật số KM&T của Hàn Quốc*, Trung tâm HwC, Tổng cục Đo lường và Chất lượng, Bộ Khoa học và Công nghệ.