

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MỐI HÀN KHI HÀN MA SÁT KHUẤY TỪ KẾT QUẢ ĐO RUNG ĐỘNG

EVALUATION OF WELD QUALITY IN FRICTION STIR WELDING FROM VIBRATION MEASUREMENT RESULTS

Lê Thái Sơn

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

TÓM TẮT

Đo rung động để đánh giá chất lượng mối hàn trong hàn ma sát khuấy Friction Stir Welding (FSW) là một hướng đi mới so với việc dùng thiết bị đo siêu âm hoặc máy thử kéo nén vạn năng để kiểm tra chất lượng mối hàn. Hàn FSW, một lĩnh vực mới đang có những bước tiến lớn trong thập kỷ qua, là một công nghệ xanh thân thiện với môi trường (không tạo khí độc khi hàn, không phát tia hồ quang và năng lượng bức xạ). Ngoài ra, hàn FSW khắc phục được rất nhiều khó khăn mà những biện pháp hàn truyền thống mắc phải, không cần dùng kim loại phụ để điền đầy mối hàn, mối hàn biến dạng ít và không bị nứt khi kết tinh. Đo rung động để kiểm tra chất lượng mối hàn khi hàn FSW, có thể đánh giá được chất lượng mối hàn một cách chính xác, tiết kiệm được chi phí, thời gian.

Từ khoá: Ma sát khuấy; Chất lượng mối hàn; Đo rung động; Đo siêu âm; Điền đầy mối hàn.

ABSTRACT

Measuring vibration to evaluate weld quality in Friction Stir Welding (FSW) is a new direction compared to using ultrasonic measuring devices or universal tensile-compression testing machines to check weld quality. FSW welding, a new field that has made great strides in the past decade, is an environmentally friendly green technology (it does not create toxic gases when welding, and does not emit arc rays and radiant energy). In addition, FSW welding overcomes many difficulties that traditional welding methods have, there is no need to use filler metal to fill the weld, the weld has little deformation and does not crack when crystallizing. Measuring vibration to check weld quality when FSW welding can accurately assess weld quality, saving costs and time.

Keywords: Friction stir; Weld quality; Vibration measurement; Ultrasonic measurement; Weld filling.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hàn ma sát khuấy (FSW) được giới thiệu vào năm 1991 do Viện Hàn (WI) ở Cambridge, Vương quốc Anh. Từ đó tới nay đã có nhiều công trình tập trung nghiên cứu, [3] đã tiến hành với tốc độ quay của dao: 1200 vòng/phút, tốc độ hàn: 35 mm/phút, biên dạng đầu khuấy ren trụ và đường kính vai là 16 mm và 14mm cho hợp kim nhôm AA6082 và kết luận các thông số trên đều ảnh hưởng lớn đến chất lượng mối hàn, [1, 4, 5] cũng có kết luận tương tự. Khi nghiên cứu hàn FSW hợp kim nhôm 5456 độ dày 5 mm sử dụng đầu khuấy hình dạng khác nhau (chốt ren hình nón, chốt ren hình trụ-hình nón, chốt ren hình nón có bậc, và công cụ chốt Loe Triflute) và hai tốc độ quay (600 và 800 vòng/phút) được sử dụng. Cấu trúc vi mô và độ cứng vi mô các giá trị trong điểm hàn (WN), vùng ảnh hưởng cơ nhiệt (TMAZ) và vùng ảnh hưởng nhiệt vùng (HAZ) đã được kiểm tra và tương quan với các điều kiện xử lý đã chọn. Cụ thể, ảnh hưởng của hình dạng dụng cụ đến dòng chảy của vật liệu dẻo trong vùng mắt điểm hàn, mức độ móc nối khuyết tật và các đặc tính cơ học (độ cứng vi mô) của các mối nối FSW đã được ghi lại và kết luận các mối hàn được tạo ra bằng cách sử dụng đầu khuấy hình nón đã tạo ra một cấu trúc vi mô đồng nhất [2, 6, 7]. Tuy nhiên, khi nghiên cứu các kết quả này, ta thấy việc sử dụng các thiết bị để đánh giá kết quả thí nghiệm phức tạp, khó khăn, nên việc thông qua rung động để đánh giá kết quả là một hướng đi mới, đơn giản và hiệu quả hơn.

2. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH

2.1. Điều kiện thí nghiệm

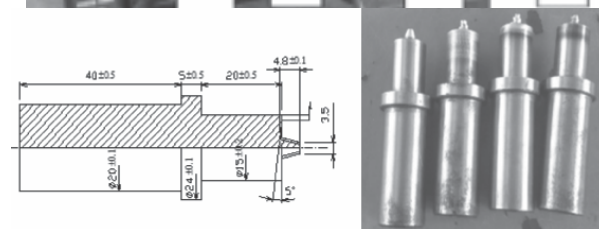
Sơ đồ thí nghiệm được bố trí như (hình 1), máy dùng để hàn FSW là máy phay CNC

Vcenter-85 do Đài Loan sản xuất, đầu khuấy có dạng như (hình 2) là đầu khuấy hình nón có ren trái, được chế tạo bằng thép 40X của Liên bang Nga và nhiệt luyện có độ cứng 45-47HRC. Vật liệu dùng để thí nghiệm là nhôm tấm A5052 dày 5mm (hình 3) của Malaysia (nhôm dẻo). Phôi sau khi hàn xong sẽ được tạo mẫu để kéo trên máy kéo thử mẫu của Liên bang Nga (hình 4) và sử dụng máy siêu âm OLYPULSEPOCH 600 để đánh giá chất lượng mối hàn (hình 5). Sử dụng máy đo rung động (hình 6) để so sánh, đối chứng chất lượng mối hàn.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống thực nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của rung động đến chất lượng mối hàn FSW:

1. Đầu phay; 2. Đầu khuấy; 3. Thanh kẹp; 4. Bàn gá; 5. Đầu đo rung động; 6. Bàn máy; 7. Máy đo rung động



Hình 2. Đầu khuấy dùng thí nghiệm

Tiến hành sử dụng các bộ thông số hàn FSW cho 12 cặp phôi như sau:

- Cố định $S = 800\text{v/phút}$, thay đổi S (50, 100, 150, 200mm/ phút), cố định $t = 0,15\text{mm}$;

- Cố định $S = 1000\text{v/phút}$, thay đổi S (50, 100, 150, 200mm/ phút), cố định $t = 0,15\text{mm}$;

- Cố định $S = 1200\text{v/phút}$, thay đổi S (50, 100, 150, 200mm/ phút), cố định $t = 0,15\text{mm}$.





Hình 3. Nhôm tấm A5052 dùng thí nghiệm



Hình 4. Mẫu sau khi chuẩn bị đưa vào kéo



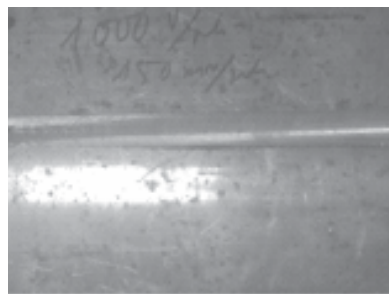
Hình 5. Máy siêu âm OLYPULSEPOCH 600



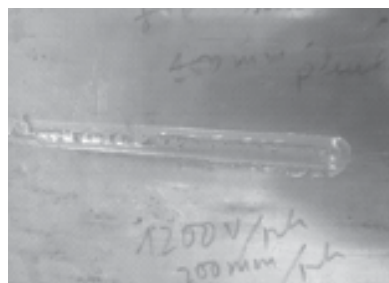
Hình 6. Máy phân tích rung động

Adash A4900 – Vibrio

2.2. Kết quả thí nghiệm



Hình 7. Mẫu hàn $S = 1000\text{v/phút}$,
 $F = 150\text{mm/phút}$, $t = 0,15\text{mm}$



Hình 8. Mẫu được hàn $S = 1200\text{v/phút}$,
 $F = 200\text{mm/phút}$, $t = 0,15\text{mm}$



Hình 9. Kết quả siêu âm mẫu:
 $S = 1000\text{v/phút}$, $F = 150\text{mm/phút}$, $t = 0,15\text{mm}$

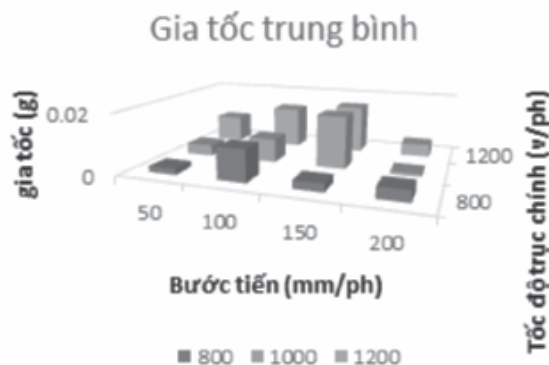


Hình 10. Kết quả siêu âm mẫu:
 $S = 1200\text{v/phút}$, $F = 200\text{mm/phút}$, $t = 0,15\text{mm}$
Bảng 1.1. Kết quả kiểm tra độ bền kéo khi S ; F thay đổi

TT	Tốc độ quay (S), v/phút	Vận tốc hàn (F), mm/phút	Lượng dịch chuyển (mm)	Kết quả kéo lần 1 (MPa)	Kết quả kéo lần 2 (MPa)	Kết quả kéo lần 3 (MPa)	Giá trị trung bình
01	800	50	0.15	134,3	135,1	135,3	134,9
02	800	100	0.15	155,3	156,0	155,6	155,6
03	800	150	0.15	167,8	168,2	170,2	168,7
04	800	200	0.15	159,3	158,7	158,3	158,7
05	1000	50	0.15	155,1	155,7	156,3	155,7
06	1000	100	0.15	169,8	168,4	168,9	169,0
07	1000	150	0.15	170,5	171,2	172,4	171,4
08	1000	200	0.15	168,5	167,9	167,3	167,9
09	1200	50	0.15	141,5	140,4	139,2	140,5
10	1200	100	0.15	153,4	155,3	155,9	154,9
11	1200	150	0.15	161,4	163,3	164,2	162,9
12	1200	200	0.15	159,4	158,4	157,6	158,4

2.3. Xử lý số liệu và thảo luận kết quả

Từ các kết quả thí nghiệm sử dụng phần mềm Excel, ta có đồ thị sau:



Hình 11. Sơ đồ giá trị trung bình khi hàn FSW nhôm A5052

Từ đồ thị (hình 11), ta thấy khi hàn FSW sử dụng với 12 bộ phối để thực hiện 12 chế độ hàn khác nhau, khi hàn ở các chế độ: S = 1000v/phút; t = 0,15mm; F = 50mm/phút; 100mm/phút; 150mm/phút; 200mm/phút. Chất

lượng mối hàn tăng lên, tuy nhiên kim loại vẫn chưa điền đầy mối hàn, bên trong còn có rỗ xốp, chất lượng mối hàn đã đạt 70-90% so với tính chất của kim loại ban đầu. Ở chế độ hàn này, do ta khuấy ở tốc độ cao [3, 7], chế độ dịch chuyển tăng lên nên khi kim loại bị khuấy chảy loãng đều hơn, do nhiệt truyền vào vùng hàn nhiều hơn, phần kim loại bị khuấy đã được hòa trộn vào nhau, vận tốc đỉnh tăng tuyến tính với chế độ dịch chuyển khi hàn. Ở chế độ hàn này xảy ra trung bình nên một phần nhiệt sinh ra cũng đã bị truyền vào mặt đe (phần đồ gá). Như vậy, đối với nhôm A5052 khi hàn FSW, ta nên sử dụng chế độ này để hàn, đặc biệt khi S = 1000 v/phút; F = 150mm/phút; t = 0, 15mm đã cho chất lượng mối hàn tốt nhất.

3. KẾT LUẬN

Đo rung động để đánh giá chất lượng mối hàn khi hàn FSW đã giải quyết được một phần khó khăn của việc phải sử dụng các thiết bị đo phức tạp, đắt tiền. Khi rung động tăng làm nhiệt sinh ra ở vùng hàn lớn, kim loại bị chảy

loãng nhiều hơn nên dễ điền đầy mối hàn. Trong thí nghiệm trên, ta thấy sử dụng chế độ hàn S = 1000 v/phút; F = 150mm/phút; t = 0,15mm, đã cho chất lượng mối hàn tốt nhất. Khi tăng vận tốc khuấy lên cao hơn S = 1200 v/phút, chất lượng mối hàn giảm do sự phối hợp giữa S và F chưa tốt, nên kim loại chảy loãng và kết tinh lại chưa tốt, chất lượng mối hàn kém hơn so với chế độ hàn S = 1000 v/phút; F = 150mm/phút.

Lời cảm ơn:

Tác giả xin cảm ơn Ban Giám hiệu và các đơn vị Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này. ❖

Ngày nhận bài: 10/02/2024

Ngày phản biện: 12/3/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Mehmet Erdem (2015), “Investigation of structure and mechanical properties of copper-brass plates joined by friction stir welding”, Int J Adv Manuf Technol 76:1583-1592.
- [2]. Emad Salari, Mohammad Jahazi, Alireza Khodabandeh, Hadi Ghasemi Nanesa (2016), “Friction stir lap welding of 5456 aluminum alloy with different sheet thickness: process optimization and microstructure evolution”, Int J Adv Manuf Technol 82:39-48.
- [3]. Furkan Sarsilmaz, Ulas Caydas (2009), “Statistical analysis on mechanical properties of friction-stir-welded AA 1050/AA 5083 couples”, Int J Adv Manuf Technol 43:248-255.
- [3]. Shailesh Kumar Singh, K. Chattopadhyay and Pradip Dutta (2020), “Determination of Optimum Process Parameters and Residual Stress in Friction Welding of Thixocast A356 Aluminum Alloy”, The Minerals, Metals & Materials Society and ASM International <https://doi.org/10.1007/s11663-020-01948>.
- [4]. Bárbara Victoria G. de Viveiros, Rejane Maria P. da Silva, Uvime Donatus, Isolda Costa (2023), “Welding and galvanic coupling effects on the electrochemical activity of dissimilar AA2050 and AA7050 aluminum alloys welded by Friction Stir Welding (FSW)”, Electrochimica Acta, Volume 449, 1 May 2023, 142196.
- [5]. Debnay Das, Swarup Bag, Sukhomay Pal (2023), A phenomenological model for the prediction of defects in similar and dissimilar friction-stir-welding (FSW), <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96020-5.00081-9>.
- [6]. M.A. Sánchez Miranda, G.M. Domínguez Almaraz, J.J. Villalón López, J.A. Ruiz Vilchez (2022), “Control of principal processing parameters for “defect suppression model” for fixed pin friction-stir-welding (FSW)”, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.03.085>.
- [7]. Jogendra Kumar, Sujay Majumder, Arpan Kumar Mondal, Rajesh Kumar Verma (2022), “Influence of rotation speed, transverse speed, and pin length during underwater friction stir welding (UW-FSW) on aluminum AA6063: A novel criterion for parametric control”. International Journal of Lightweight Materials and Manufacture, Volume 5, Issue 3, September 2022, Pages 295-305.