

Sử dụng máy phay CNC để thí nghiệm hàn ma sát khuấy

Lê Phú Cường*

*Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 16/02/2024; Accepted: 26/02/2024; Published: 6/3/2024

Abstract: Friction Stir Welding (FSW) was introduced in 1991 by the Welding Institute (WI) in Cambridge, UK. 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. Using CNC milling machines to weld FSW is very promising in welding non-ferrous metals, metals with high ductility and low melting point,

Keywords: Friction stir, weld quality, tensile compression, ultrasonic measurement, weld filling.

1. Đặt vấn đề

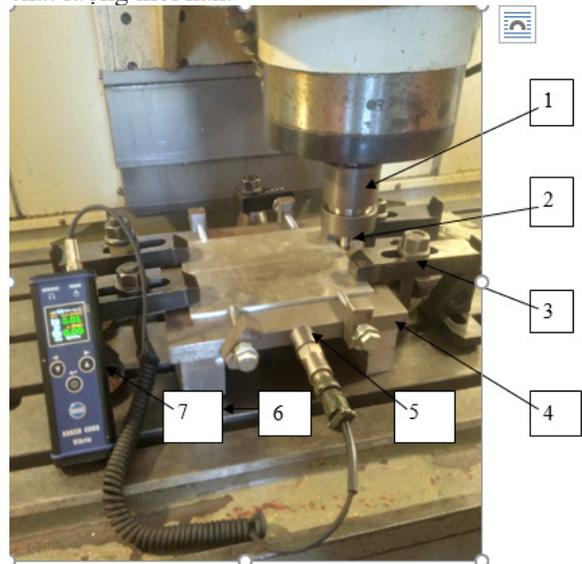
Hàn ma sát khuấy (FSW) được giới thiệu vào năm 1991. Đã có nhiều công trình tập trung nghiên cứu, [2] tiến hành với tốc độ quay của dao: 1200 vòng/phút, tốc độ hàn: 35 mm/phút, biên dạng đầu khuấy ren trụ và đường kính vai là 16 mm và 14mm để hàn hợp kim nhôm AA6082 và kết luận các thông số trên đều ảnh hưởng lớn đến chất lượng mối hàn, [3, 4] 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 [1, 5, 6]. Từ các nghiên cứu trên ta thấy việc sử dụng máy phay CNC để thí nghiệm hàn FSW là một hướng đi thích hợp và hiệu quả.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Điều kiện thí nghiệm

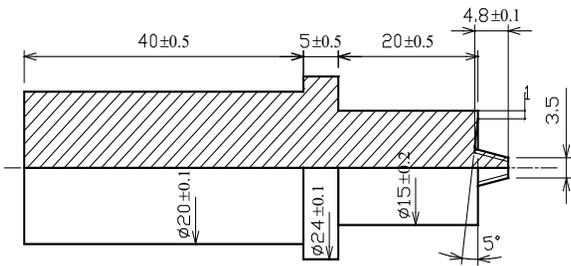
Sơ đồ thí nghiệm được bố trí như (hình 2.1), máy dùng để hàn FSW là máy phay CNC Vcenter-85 do Đài Loan sản xuất, đầu khuấy có dạng như (hình

2.2) 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 2.3) 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 2.4) và sử dụng Máy siêu âm OLYPULSEPOCH 600 để đánh giá chất lượng mối hàn (hình 2.5). Sử dụng máy đo rung động (hình 2.6) để sánh, đối chứng chất lượng mối hàn.



Hình 2.1: 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



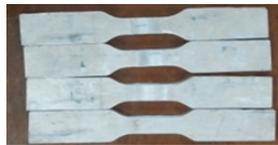
Hình 2.2: Đầu khuấy dùng thí nghiệm

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

- Cố định S = 800v/phút, thay đổi S (50, 100, 150, 200mm/ phút), cố định t = 0,15mm
- Cố định S = 1000v/phút, thay đổi S (50, 100, 150, 200mm/ phút), cố định t = 0,15mm
- Cố định S = 1200v/phút, thay đổi S (50, 100, 150, 200mm/ phút), cố định t = 0,15mm



Hình 2.3: Nhôm tấm A5052 dùng thí nghiệm



Hình 2.4: Mẫu sau khi chuẩn bị đưa vào kéo



Hình 2.5: Máy siêu âm OLYPULSEPOCH 600



Hình 2.6: Máy phân tích rung động Adash A4900 – Vibrio

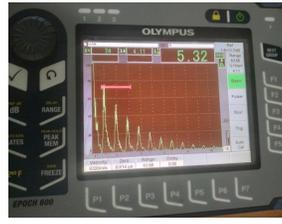
2.2. Kết quả thí nghiệm



Hình 2.7: Mẫu hàn S = 1000v/phút, F = 150mm/phút, t = 0,15mm



Hình 2.8: Mẫu được hàn S = 1200v/phút, F = 200mm/phút, t = 0,15mm



Hình 2.9: Kết quả siêu âm mẫu S = 1000v/phút, F = 150mm/phút, t = 0,15mm



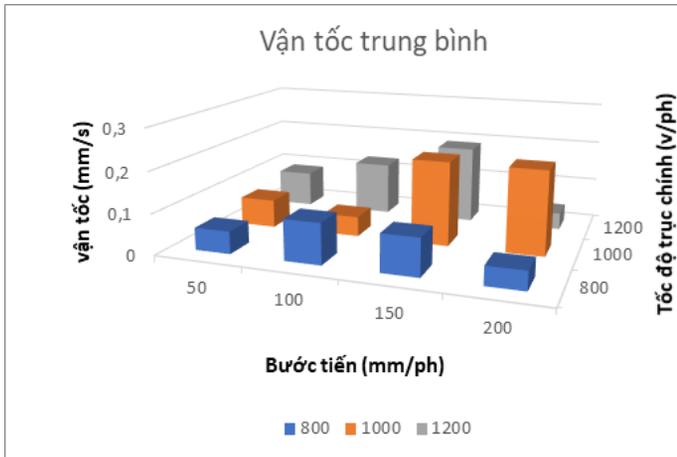
Hình 2.10: Kết quả siêu âm mẫu S = 1200v/phút, F = 200mm/phút, t = 0,15mm

Bảng 2.1: 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 2.11: Sơ đồ vận tốc trung bình khi hàn FSW nhôm A5052

Từ đồ thị ta thấy khi hàn FSW sử dụng với 12 bộ phôi để thực hiện 12 chế độ hàn khác

nhau, khi hàn ở các chế độ $S = 1000$ v/phút; $t = 0,15$ mm: $F = 50$ mm/phút; 100mm/phút; 150mm/phút; 200mm/phút. Chất lượng mỗi hàn tăng lên tuy nhiên kim loại vẫn chưa điền đầy mỗi hàn, bên trong còn có rỗ xốp, chất lượng mỗi hàn đã đạt 70% - 90% so với tính chất của kim loại ban đầu. Ở chế độ hàn này do ta khuấy 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 tăng tuyến tính với chế độ dịch chuyển khi hàn. Ở chế độ hàn này xảy ra ở vận tốc 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; $F = 150$ mm/phút; $t = 0,15$ mm, đã cho chất lượng mỗi hàn tốt nhất. Khi dùng thiết bị đo rung động ta đánh giá được chất lượng mỗi hàn (FSW) một cách chính xác, thông qua việc đo rung động của quá trình hàn.

3. Kết luận

Sử dụng máy phay CNC để thí nghiệm hàn FSW đã giải quyết được một phần khó khăn của việc thiếu các thiết bị thí nghiệm phức tạp, đắt tiền. Khi sử dụng máy phay CNC để thí nghiệm do các chế độ cắt của máy điều khiển được vô cấp, nên việc chọn các chế độ cắt rất rộng, mức độ chính xác cao. Trong thí nghiệm trên ta sử dụng 12 bộ thông số để hàn ta thấy sử dụng chế độ hàn $S = 1000$ v/phút; $F = 150$ mm/phút; $t = 0,15$ mm, đã cho chất lượng mỗi hàn tốt nhất. Khi tăng vận tốc khuấy lên cao hơn $S = 1200$ v/phút, chất lượng mỗi 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 mỗi hàn kém hơn so với chế độ hàn $S = 1000$ v/phút; $F = 150$ mm/phút. Từ kết quả thí nghiệm trên ta thấy sử dụng máy CNC để thí nghiệm hàn FSW cho ta các kết quả khá quan. chính xác giá thành phù hợp.

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.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Furkan Sarsılmaz, 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
- [2]. 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>
- [3] 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
- [4] 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>
- [5] 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>
- [6]. 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