

THỰC NGHIỆM ĐÁNH GIÁ THIẾT BỊ HÀN MA SÁT QUAY VLUTE 01 ĐƯỢC CẢI TIẾN TỪ MÁY TIỆN VẠN NĂNG YAMAZAKI CT800 EXPERIMENTAL EVALUATION OF VLUTE 01 ROTARY FRICTION WELDING EQUIPMENT IMPROVED FROM YAMAZAKI CT800 UNIVERSAL LATHE

TẠ VĂN RÀNH^{1,a}, NGUYỄN NGỌC NHÂN¹, LÂM MINH NHỰT²,
MÃ TRUNG HIỆU¹, NGUYỄN AN BÌNH¹, LÊ HỒNG KỶ^{1,b}

¹Vinh Long University of Technology Education, Vietnam,

²Can Tho Vocational Colleges, Vietnam,

^aTác giả liên hệ: ranhtv@vlute.edu.vn

Nhận bài(Received): 06/01/2024; Phản biện (Reviewed):13/3/2024; Chấp nhận (Accepted):23/4/2024

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả thực nghiệm thiết bị hàn ma sát quay VLUTE 01 được phát triển từ máy tiện vạn năng Yamazaki CT800. Kết quả thực nghiệm cho thấy, thiết bị cải tiến từ máy tiện vạn năng đã đáp ứng được yêu cầu hàn ma sát quay đối với trục có đường kính đến 12mm, hàn được các chi tiết cùng vật liệu, khác nhau về vật liệu và hình dáng, kích thước. Các mẫu hàn có bavaria tròn, đều, không có vết nứt hay lỗ khí tại vùng liên kim, mối ghép có độ bền kéo tương đương mẫu gốc.

Từ khóa: Thiết bị hàn ma sát quay, cải tiến máy tiện, độ bền kéo, độ bền uốn, độ lệch trục.

ABSTRACT

This article presents experimental results of the VLUTE 01 rotary friction welding equipment developed from the Yamazaki CT800 universal lathe. Experimental results show that the improved equipment from the universal lathe has met the requirements of rotary friction welding for shafts up to 12mm in diameter, it is capable of welding details of different materials, shape. The welded samples have round, even burrs, no cracks or air holes in the intermetallic area, and the joints have the same tensile strength as the original sample.

Keywords: Rotary friction welding equipment, lathe improvements, tensile strength, bending strength.

1. GIỚI THIỆU

Hàn ma sát là quá trình hàn áp lực, sử dụng nhiệt ma sát sinh ra tại bề mặt tiếp xúc giữa hai chi tiết chuyển động tương đối với nhau để nung mép hàn đến trạng thái

chảy dẻo, sau đó dùng lực ép để ép hai chi tiết lại với nhau làm cho kim loại mép hàn khuếch tán sang nhau tạo thành mối hàn.

Việc thực nghiệm hàn ma sát trên máy tiện bước đầu đã được ứng dụng và mang

lại hiệu quả tích cực. Các bài viết cho thấy bước đầu đã thực hiện hàn trên máy tiện vạn năng [1], chi tiết thứ nhất được kẹp chặt trên mâm cặp máy tiện và thực hiện nhiệm vụ quay tròn để tạo mômen, chi tiết thứ hai được kẹp chặt trên bầu khoan (Hoặc đồ gá [2]) và được ép vào chi tiết thứ nhất, ma sát tại vị trí tiếp xúc của hai chi tiết sinh ra nhiệt làm cho bề mặt ma sát bị chảy dẻo. Khi đạt đến mức độ chảy dẻo cần thiết, dừng tốc độ quay và lực ép được tăng cường từ chi tiết thứ hai sẽ giúp hai chi tiết khuếch tán vào nhau, khi nguội hai chi tiết được liên kết bền chặt. Từ những thực nghiệm này cho thấy việc hàn các chi tiết sau khi gia công sẽ giải quyết được bài toán về những chi tiết khó gá kẹp hoặc phải chế tạo đồ gá phức tạp để gia công, với phương pháp hàn ma sát sẽ giúp cho quá trình gia công chi tiết đơn giản hơn (Chi tiết được chia thành hai hoặc ba chi tiết nhỏ, sau khi gia công sẽ hàn lại), việc sửa chữa, thay thế sẽ thuận lợi và ít tốn kém nhưng mang lại hiệu quả sử dụng tốt.

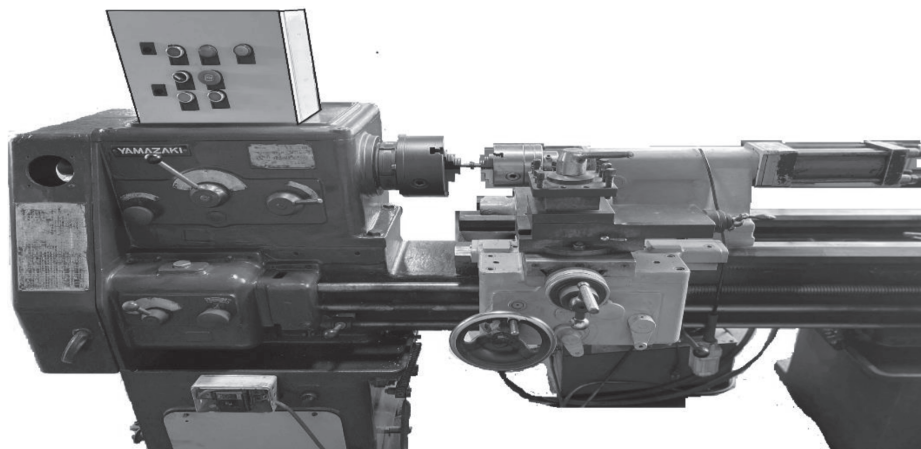
Thực nghiệm hàn hai chi tiết khác nhau về hình dáng và vật liệu nhằm đánh giá khả năng ứng dụng của máy hàn ma sát quay VLUTE 01 đã được cải tiến trên cơ sở máy tiện vạn năng Yamazaki CT800. Đối tượng chủ yếu được cải tiến là ụ động máy tiện vạn năng Yamazaki CT800, có

hai cơ cấu được thiết kế, chế tạo và lắp lên ụ động gồm Cơ cấu lắp mâm cặp lên phần trước của ụ động (Kẹp chặt chi tiết) và Cơ cấu lắp xi lanh lên phần sau của ụ động (Tạo lực ép) [4]. Thử nghiệm ban đầu cho thấy thiết bị có độ cứng vững tốt, hàn được chi tiết có đường kính đến 12mm, tốc độ quay đến 2000 vòng/phút, lực ép lên đến 160 Mpa.

2. THỰC NGHIỆM THIẾT BỊ HÀN MA SÁT QUAY

2.1. Đối tượng thực nghiệm

Đối tượng thực nghiệm của bài báo này là thiết bị hàn ma sát quay VLUTE 01 đã được cải tiến từ máy tiện Yamazaki CT800 (Hình 1). Sau khi thiết kế, chế tạo các cơ cấu lắp mâm cặp (không quay) lên nòng ụ động, cơ cấu xi lanh thủy lực, hệ thống điều khiển quá trình hàn. Thiết bị có tốc độ quay tối đa là 2000 vòng/phút, lực ép lên đến 200 Mpa, hàn được các trục đặc có đường kính lên đến 12 mm, các thông số hàn được thiết lập và điều khiển thông qua laptop. Bước đầu đã thử nghiệm hàn nối hai trục cùng vật liệu thép C45, đường kính 12mm, dài 70mm cho thấy, thiết bị làm việc ổn định, bavi hàn tròn đều, độ bền kéo và độ bền uốn tương đương mẫu gốc [4].



Hình 1. Máy hàn ma sát VLUTE 01 sau khi chế tạo

2.2. Các thiết bị đánh giá

Chất lượng sản phẩm sau khi hàn là cơ sở để đánh giá hiệu quả của thiết bị hàn ma sát quay được cải tiến từ máy tiện vạn năng. Các mẫu sau khi hàn sẽ được kiểm tra độ đồng trục, độ bền kéo và khuyết tật tại mối hàn.

2.2.1. Thiết bị kiểm tra độ lệch trục

Việc kiểm tra độ lệch trục được thực hiện bằng đồng hồ so. Ngay sau khi quá trình hàn kết thúc, mở mâm cặp cố định và giữ nguyên vị trí gá đặt của mâm cặp quay, lắp đồng hồ so lên thiết bị và xoay mâm cặp bằng tay để kiểm tra giá trị độ đảo (Hình 2)



Hình 2. Đo độ lệch trục bằng đồng hồ so

2.2.2. Thiết bị kiểm tra độ bền kéo

Kiểm tra độ bền kéo được thực hiện trên thiết bị Kéo, Uốn Instron-300DX (Hình 3). Thiết bị thực hiện chức năng kéo các mẫu đã được gia công tiện sau khi hàn ma sát quay, các thông số về tải trọng kéo được lưu lại trên máy tính thông qua các biểu đồ.



Hình 3. Máy kéo, uốn INSTRON-300DX

2.2.3. Thiết bị soi cấu trúc tế vi

Kiểm tra khuyết tật của mối hàn ma sát tại vị trí tiếp giáp giữa hai chi tiết bằng máy Soi cấu trúc tế vi GX53 Olympus (Hình 4). Mẫu soi được cắt bằng phương pháp cắt dây, sau đó tiến hành đánh bóng trước khi soi cấu trúc.



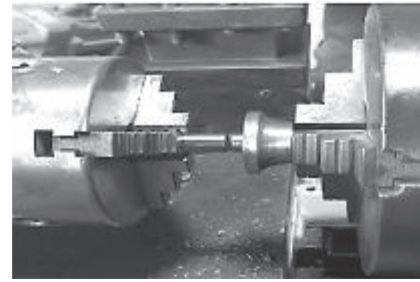
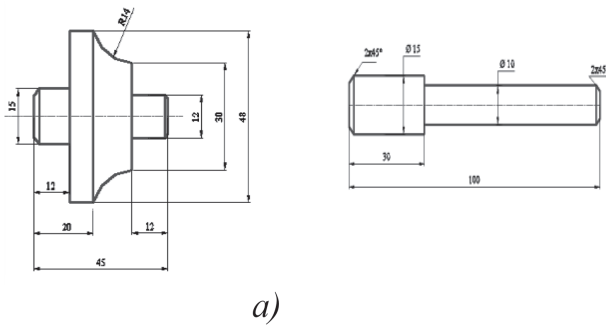
Hình 4. Máy soi cấu trúc tế vi GX53

2.3. Kế hoạch thực nghiệm

Việc thực nghiệm đánh giá thiết bị hàn ma sát quay VLUTE 01 sau khi cải tiến từ máy tiện vạn năng Yamazaki CT800 được thực hiện thông qua việc thử nghiệm ban đầu [4] nhằm đánh giá khả năng làm việc của các cơ cấu được chế tạo. Bài báo này tiến hành đánh giá khả năng hàn ma sát quay thông qua các mẫu hàn cùng vật liệu và khác vật liệu.

2.3.1. Hàn hai chi tiết cùng vật liệu, khác nhau về hình dáng

Đối tượng lựa chọn là phôi trục rotor và phôi cánh turbine xả của bộ tăng áp xe ô tô. Trước khi tiến hành thực nghiệm, mẫu được gia công bằng phương pháp tiện, có hình dáng và kích thước như hình 5a, vật liệu được chọn là thép C45 cho cả phôi trục và phôi cánh turbine (Đây được xem là thí nghiệm thăm dò cho hàn trục rotor và cánh turbine). Phôi cánh turbine được kẹp phần đuôi bởi mâm cặp quay, phôi trục rotor được kẹp bởi mâm cặp không quay (Hình 5b). Hai chi tiết được hàn với các thông số gồm: Trục chính quay 2.000 vòng/phút, lực ép 160 Mpa, thời gian hàn 10 giây

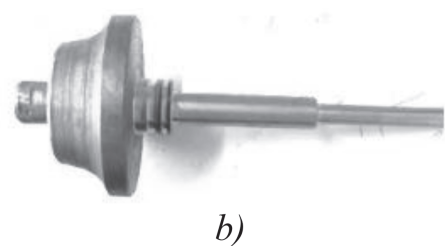
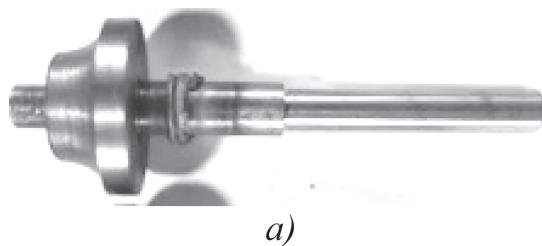


Hình 5. Chuẩn bị hàn thử nghiệm phôi trục và cánh turbine xả

a) Bản vẽ chi tiết

b) Chi tiết gá lên thiết bị hàn ma sát

Kết quả thực nghiệm hàn cho thấy, độ lệch trục là 0,16mm, bavia tròn đều, không bị rạn nứt (Hình 6).



Hình 6. Sản phẩm trục rotor và phôi cánh turbine xả

a) Sản phẩm sau khi hàn

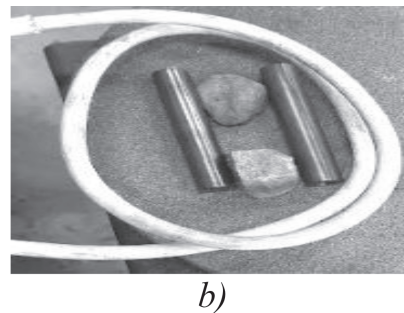
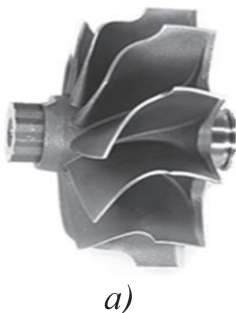
b) Gia công tiện bavia sau khi hàn

2.3.2. Hàn hai vật liệu khác nhau

a. Đối tượng

Đối tượng thực nghiệm hàn hai vật liệu khác nhau là trên thiết bị VLUTE 01 là trục rotor và cánh turbine xả trong bộ tăng áp xe

ô tô, vật liệu trục rotor là thép 42CrMo, vật liệu cánh turbine xả là Inconel 718, (Hình 7). Để chuẩn bị mẫu hàn, cánh turbine được cắt dây từ chi tiết thật trong bộ turbocharger xe toyota.



Hình 7. Chuẩn bị cánh turbine và phôi trục rotor

a) Cánh turbine được cắt từ chi tiết thật

b) Phôi trục rotor được tôi thể tích

b. Thông số đầu vào

Thực nghiệm hàn gồm 3 yếu tố đầu vào là tốc độ quay trục chính, lực ma sát

và thời gian ma sát. Dùng phương pháp thí nghiệm 2 mức đầy đủ 2^k ($k=3$), xác định số thí nghiệm là 8 (Bảng 1)

Bảng 1. Thông số thí nghiệm hàn ma sắt quay

Thí nghiệm	Tốc độ quay, n(rpm)	Lực ma sát, F(Mpa)	Thời gian ma sát, t(s)
1	1250	130	4
2	2000	130	4
3	1250	160	4
4	2000	160	4
5	1250	130	5
6	2000	130	5
7	1250	160	5
8	2000	160	5



Hình 8. Gá kẹp phôi chuẩn bị hàn



Hình 9. Mẫu sau khi hàn

3. Kết quả và thảo luận

Các mẫu sau khi hàn (Hình 9) tiến hành kiểm tra độ bền kéo. Kết quả được thể hiện như Bảng 2

Bảng 2. Kết quả kiểm tra độ bền kéo

Thí nghiệm	Tốc độ quay, n(rpm)	Lực ma sát, F(Mpa)	Thời gian ma sát, t(s)	Độ bền kéo, Rm (MPa)
1	1250	130	4	1021
2	2000	130	4	1129
3	1250	160	4	1118
4	2000	160	4	1172
5	1250	130	5	1036
6	2000	130	5	1125
7	1250	160	5	1134
8	2000	160	5	1186

3.1. Thiết bị hàn ma sắt

Kết quả kiểm nghiệm thiết bị hàn ma sắt quay VLUTE 01 cho thấy độ lệch trục từ 0.08 mm đến 0.45 mm, có 6/8 mẫu có độ bền kéo cao hơn mẫu gốc, tất cả các mẫu đều có độ uốn tương đương với mẫu gốc [4].

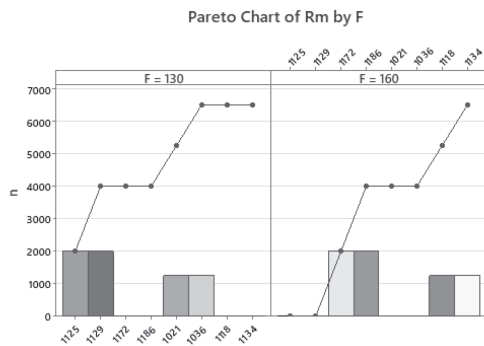
Kết quả hàn hai chi tiết cùng vật liệu, khác nhau về hình dáng cho thấy, độ lệch trục là 0,16mm, bavia tròn đều, không bị rạn nứt.

3.2. Đánh giá mẫu hàn từ thiết bị hàn ma sắt quay

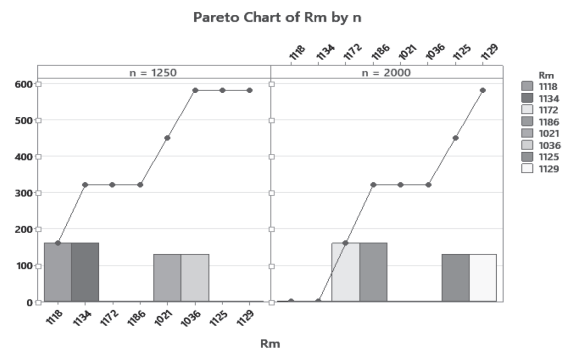
Tiến hành các thí nghiệm theo kế hoạch (Bảng 1), mẫu hàn như Hình 9, được kết quả như Bảng 2. Kết quả kiểm tra độ bền kéo cho thấy, các mẫu hàn với tốc độ quay 2000 vòng/phút và lực ép 160 Mpa (Mẫu 2, 4, 6, 8) đạt độ bền kéo tốt hơn các mẫu có tốc độ quay 1250 vòng/phút với lực ép 130 Mpa (Mẫu 1, 3, 5, 7). Điều đó cho thấy tốc độ quay và lực ép có ảnh hưởng rất lớn đến độ bền kéo của chi tiết (Hình 10), tốc độ quay càng thấp và lực ép càng thấp thì thời gian ma sát sẽ dài hơn, nhiệt tại vùng ma sát sinh ra với tốc độ chậm do thoát ra môi trường bên ngoài, nhiệt lượng duy trì

không ổn định. Khi chuyển sang giai đoạn rèn, nhiệt sẽ giảm nhanh, khả năng khuếch tán vật liệu bị cản trở bởi vùng chảy dẻo, mức độ hóa cứng nhanh. Từ biểu đồ Hình

11 cho thấy, lực ma sát và tốc độ quay của trục chính có ảnh hưởng rất lớn đến độ bền kéo, do đó đây là hai thông số quyết định đến chất lượng mối hàn ma sát quay.



a)

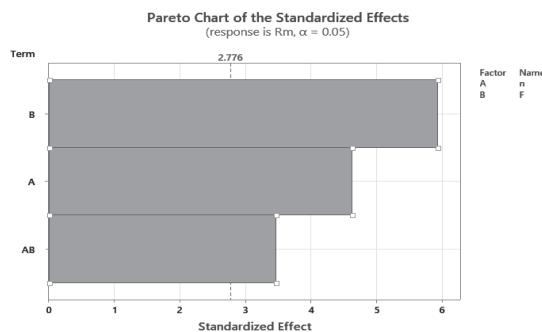


b)

Hình 10. Biểu đồ ảnh hưởng của thông số hàn đến độ bền kéo

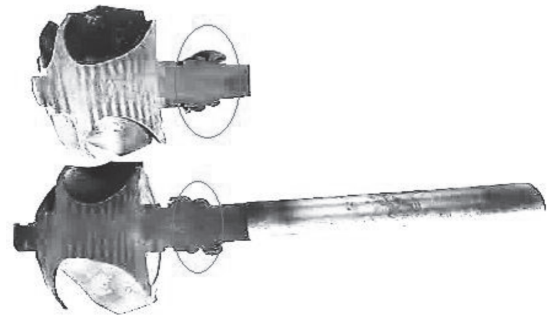
a) Ảnh hưởng của lực ép

b) Ảnh hưởng của tốc độ quay



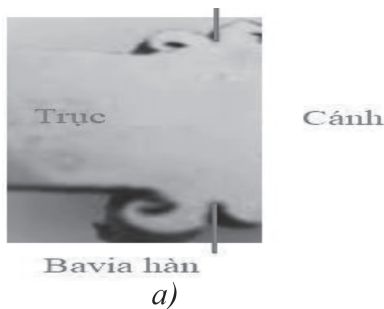
Hình 11. Biểu đồ pareto về ảnh hưởng của n và F đến độ bền kéo

Các mẫu sau khi hàn được cắt dọc bằng phương pháp cắt dây (Hình 12). Quan sát bằng mắt tại vị trí hàn giữa trục rotor và cánh turbine cho thấy, vật liệu khuếch tán đều, không có bất kỳ vết nứt hay lỗ khí.

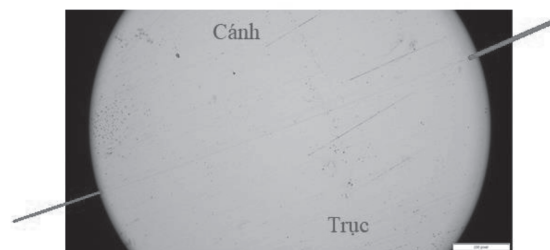


Hình 12. Mẫu sau khi cắt dây

Trong nghiên cứu này chỉ kiểm tra khuyết tật tại vị trí tiếp giáp giữa hai mối hàn. Do đó cần phóng to 200 pixel bằng máy soi cấu trúc tế vi GX53 Olympus (Hình 13a, b). Quan sát Hình 13a, b cho thấy tại vị trí tiếp giáp giữa hai vật liệu có một đường mở, mịn, không có lỗ khí.



a)



b)

Hình 13. Phóng đại tại vị trí mối hàn ma sát quay

a) Mẫu trước khi phóng đại

b) Sau khi phóng đại

5. KẾT LUẬN

Đã cải tiến thành công thiết bị hàn ma sát quay VLUTE 01 từ máy tiện vạn năng cũ Yamazaki. Kết quả thử nghiệm ban đầu cho thấy thiết bị hàn ma sát quay VLUTE 01 có tốc độ quay lớn nhất là 2000 vòng/phút, lực ép 160Mpa, có thể hàn được chi tiết cùng hoặc khác vật liệu, hình dáng, kích thước đảm bảo được độ bền của mối hàn và độ lệch trục trong phạm vi từ

0.08mm đến 0.5mm.

Thực nghiệm hàn hai chi tiết khác nhau về vật liệu (Inconel 718 và 42CrMo) và hình dáng (Trục roto và cánh turbine xả trong bộ tăng áp xe ô tô) mang lại hiệu quả khá khả quan. Từ những kết quả thực nghiệm trên cho thấy việc cải tiến máy tiện vạn năng thành thiết bị hàn ma sát quay đã đáp ứng yêu cầu đề ra.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mehmet UZKUT, Bekir Sadık ÜNLÜ, Selim Sarper YILMAZ Celal Bayar Üniversitesi, Turgutlu MYO, Makine Bölümü, Turgutlu, Manisa, Turkey; Mustafa AKDAĞ Gediz Üniversitesi, İzmir, Turkey, “Friction Welding And Its Applications In Today’s World”
- [2] Jagroop Singh, Karamdeep Singh “Fabrication of Friction Welding on Centre Lathe: A Case Study” 146 International Journal of research In Mechanical Engineering & Technology (IJRMET) Vol. 4, Issu E2, May- October 2014.
- [3] Gourav sardana. “Friction Welding on Lathe Machine with special Fixture” by mechanical engineering department and associate professor Ajay Lohan Om Institute of Technology and Management, Hissar India. Researched special jigs for friction welding on lathes. Published in the Journal of Science, Technology and Innovation (IJJET).
- [4] Lâm Minh Nhựt, Ta Van Ranh, Mã Trung Hiếu, Nguyễn An Bình, Le Hong Ky “Nghiên cứu cải tiến máy tiện vạn năng thành máy hàn ma sát quay”, đăng trên tạp chí Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long, năm 2024.