

NGHIÊN CỨU ĐỘ BỀN KÉO CỦA SẢN PHẨM DẠNG TRỤC TẠO RA BẰNG CÔNG NGHỆ WAAM LAYER VỚI CÁC KHOẢNG OFFSET KHÁC NHAU

STUDY ON TENSILE STRENGTH OF SHAFT PRODUCTS CREATED BY WAAM LAYER TECHNOLOGY WITH DIFFERENT OFFSET DISTANCES

Bảo Điền*, Phạm Anh Tuấn, Lê Viết Phi, Vũ Đức Hoàn, Trần Thái Sơn
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCMUTE)

TÓM TẮT

Bài báo này nghiên cứu ảnh hưởng của khoảng offset đến độ bền kéo của mẫu thử dạng trục. Thí nghiệm đo sự khác nhau của độ bền kéo, giới hạn chảy và độ giãn dài của ba mẫu thử được tạo ra bằng phương pháp WAAM Layer với ba thông số offset khác nhau lần lượt là: 1,8mm, 2mm, 2,2mm. Kết quả cho thấy khoảng offset làm ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng mối hàn. Khoảng offset thích hợp sẽ tạo ra một mối hàn có độ cứng và độ bền cao hơn, trong khi một mối hàn có khoảng offset quá lớn hoặc quá nhỏ sẽ khiến cho mối hàn có chất lượng kém.

Từ khóa: Khoảng offset; WAAM; Độ bền sản phẩm; Trục; In 3D kim loại.

ABSTRACT

This paper investigates the effect of offset distances on the tensile strength of shaft test samples. The experiment measures the differences in tensile strength, yield limit, and elongation of three test samples created using WAAM Layer technology with three different offset parameters: 1.8mm, 2mm, and 2.2mm. The results show that offset distance significantly affects the quality of the weld. An appropriate offset distance will produce a weld with higher hardness and tensile strength, whereas a weld with either too large or too small an offset distance will result in lower quality.

Keywords: Offset; WAAM; Product strength; Shaft; 3D metal printing.



1. GIỚI THIỆU

1.1. Tổng quan

Công nghệ Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) được quan tâm rất nhiều trong công nghiệp bởi khả năng chế tạo những chi tiết kim loại lớn với chi phí thấp và thời gian ngắn. Đây là công nghệ tương đồng với các công nghệ in 3D kim loại dựa trên bột kim loại (EBM, DED,...). Tuy nhiên điều làm nên sự khác biệt ở đây là các công nghệ in khác dùng chùm electron hoặc laser làm nguồn năng lượng để nóng chảy bột hoặc dây kim loại (PAW, GTAW) còn công nghệ WAAM làm chảy dây kim loại bằng hồ quang điện.

Tương tự như EBM và DED, các công nghệ Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) tạo ra sản phẩm gần giống với thiết kế ban đầu. Sau đó, chúng kết hợp gia công CNC để đạt yêu cầu về chất lượng bề mặt và kích thước hình học. Cách tiếp cận này còn được hiểu là phương pháp tạo phôi vụn năng, giúp giảm thời gian gia công, tiết kiệm vật liệu và nâng cao năng suất sản xuất.

1.2. Cơ sở lý thuyết

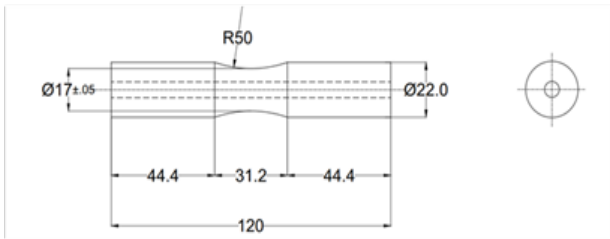
Đề tài nghiên cứu về ảnh hưởng của khoảng offset đến chất lượng sản phẩm dạng trục khi sử dụng phương pháp WAAM. Phương pháp này sử dụng nguyên lý của quá trình hàn hồ quang, trong đó một dòng điện được áp dụng để tạo ra cảm biến hàn giữa dây hàn và bề mặt làm việc kim loại. Công nghệ WAAM sử dụng các thiết bị hàn tiêu chuẩn có sẵn, bao gồm nguồn điện hàn, mỏ hàn và hệ thống cấp dây. Chuyển động của quá trình có thể được thực hiện bằng hệ thống cánh tay robot (hình a) hoặc hệ thống máy CNC (hình b). Phương pháp WAAM loại bỏ các bước chế tạo truyền thống bằng cách xây

dựng sản phẩm từ dữ liệu kỹ thuật số, giúp tạo ra các chi tiết có hình dạng phức tạp mà không cần tốn nhiều thời gian gia công, tiết kiệm vật liệu và nâng cao năng suất sản xuất.

Ưu điểm của phương pháp gia công này là: sản xuất với tốc độ nhanh vì tỷ lệ lắng đọng WAAM cao hơn 2-3 lần so với các phương pháp khác, tính tùy chỉnh cao, tiết kiệm nguyên vật liệu, tiết kiệm chi phí, đặc biệt là có thể tạo ra các sản phẩm có kích thước lớn với hình dạng phức tạp. Mặt khác, công nghệ WAAM kém ổn định hơn và tạo ra nhiều tia lửa hàn và khói hàn hơn do dòng điện được cấp trực tiếp vào nguyên liệu thô.

Bảng 1. Các thông số chế tạo mẫu thử

PARAMETER	SPECIMEN		
	A	B	C
I (A)	120	120	120
Offset (mm)	1.8 (min)	2 (mid)	2.2 (max)
V (mm/phút)	425	425	425
Chế độ hàn	Thẳng	Thẳng	Thẳng
Độ dày mối hàn (mm)	2.5	2.5	2.5

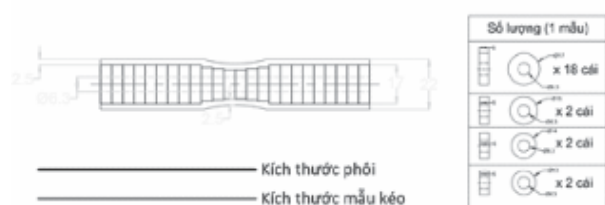


Hình 1. Mẫu kéo tiêu chuẩn TCVN-5400

Mẫu thử có hình dáng là hình trụ với đường kính đường ngoài là Ø22mm và đường kính tại tiết diện kéo là Ø17mm được gia công bằng phương pháp WAAM (Wire Arc Additive

Manufacturing) với sự hỗ trợ của hệ thống CNC 4 trục với vật liệu là long đền sắt.

2. MÔ HÌNH THỬ KÉO



Hình 2. Mô hình xếp phối chế tạo mẫu kéo

Đề tài này nghiên cứu về ảnh hưởng của khoảng offset đến chất lượng sản phẩm dạng trục khi sử dụng phương pháp WAAM. Phương pháp này sử dụng các thiết bị hàn tiêu chuẩn có sẵn, bao gồm nguồn điện hàn, mỏ hàn và hệ thống cấp dây. Chuyển động của quá trình được thực hiện bằng sự hỗ trợ của hệ thống máy CNC 4 trục.



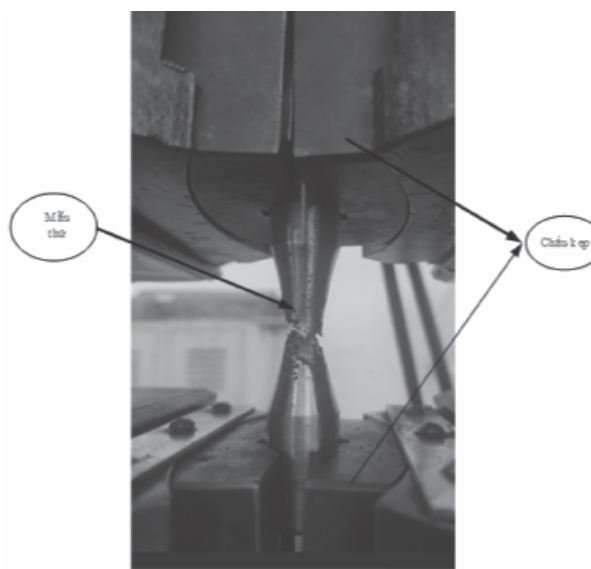
Hình 3. Hệ thống WAAM CNC 4 trục



Hình 4. Mẫu thử sau khi chế tạo và gia công đúng tiêu chuẩn

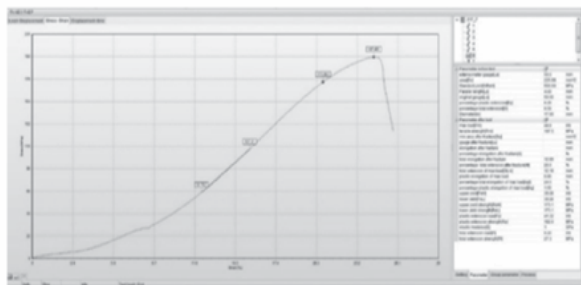
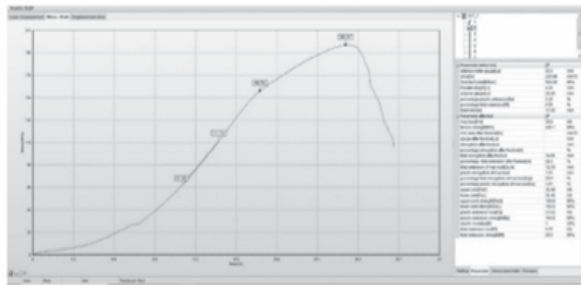
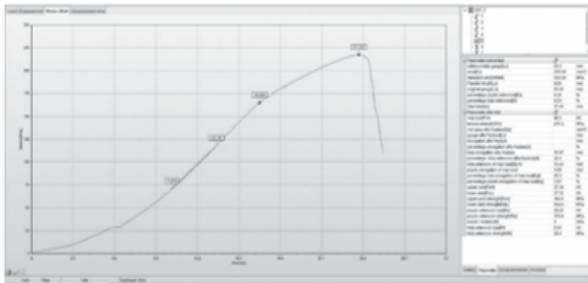


Hình 5. Mô hình máy thử kéo

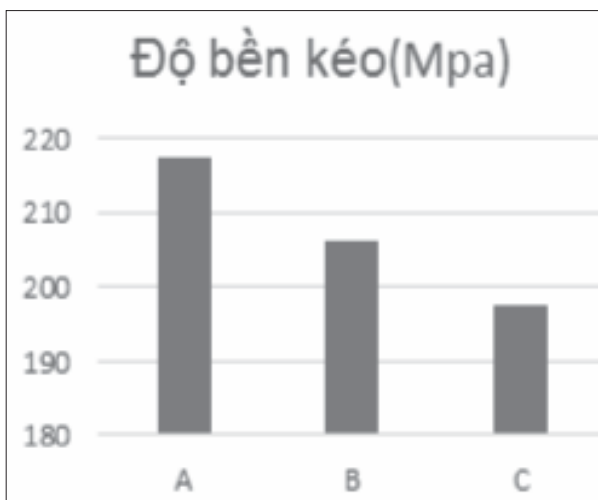


Hình 6. Mô hình gá đặt mẫu thử kéo

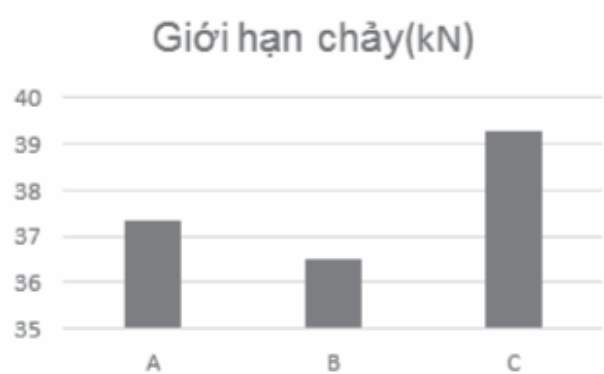
3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM



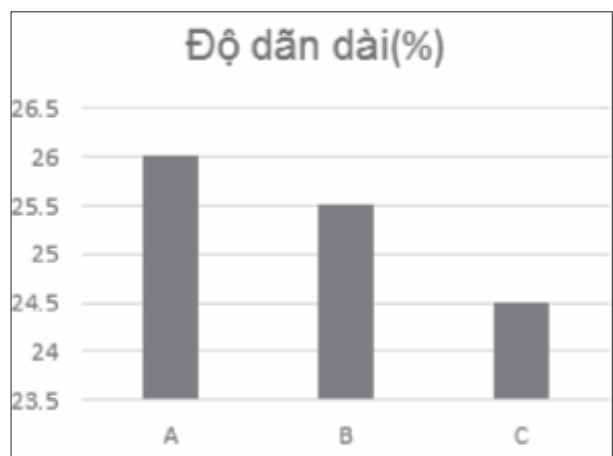
Hình 7. Kết quả đạt được sau khi thí nghiệm



Hình 8. Biểu đồ thể hiện độ bền kéo của mẫu thử



Hình 9. Biểu đồ thể hiện giới hạn chảy của mẫu thử



Hình 10. Biểu đồ thể hiện độ dẫn dài của mẫu thử

Qua kết quả thí nghiệm, ta có thể thấy khoảng offset có ảnh hưởng lớn trực tiếp đến tính chất cơ học của sản phẩm.

Khoảng offset quá lớn: Dẫn đến các mối hàn cách xa nhau hơn, giảm độ liên kết dẫn đến giảm độ bền kéo.

4. KẾT LUẬN

Thông qua quá trình thực nghiệm và phân tích kết quả thực nghiệm, ta có thể thấy việc thay đổi khoảng offset làm ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng mối hàn, khả năng kết dính giữa các lớp phủ, cấu trúc vi mô và tính

chất cơ học của sản phẩm dạng trục. Khoảng offset thích hợp sẽ tạo ra một mối hàn có độ cứng và độ bền cao hơn, trong khi một mối hàn có khoảng offset quá lớn hoặc quá nhỏ sẽ khiến cho mối hàn có chất lượng kém. Vì vậy, việc lựa chọn khoảng offset phù hợp sẽ giúp cho sản phẩm được tạo ra có chất lượng tốt hơn.

(*) Đóng góp của tác giả:

- Hình thành ý tưởng và mục tiêu nghiên cứu: Trần Thái Sơn;

- Thực hiện nghiên cứu, thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu, viết và chỉnh sửa bài báo: Bảo Điền*, Phạm Anh Tuấn, Lê Viết Phi và Vũ Đức Hoàn.

Lời cảm ơn:

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ kinh phí cũng như hỗ trợ trong quá trình nhóm thực hiện nghiên cứu này. Bài báo này là sản phẩm của đề tài NCKH với mã số: SV2024-260. ❖

Ngày nhận bài: **15/5/2024**

Ngày phản biện: **10/6/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Tran Minh The Uyen, Pham Son Minh, Van Thuc Nguyen, Thanh Trung Do, Vinh Tien Nguyen, Minh Tai Le, Van Thanh Tien Nguyen, "WAAM Technique: Process Parameters Affecting the Mechanical Properties and Microstructures of Low-Carbon Steel", Metals 13.
- [2]. Nguyen, V. Q., Dung, H. T., Nguyen, V. T., Pham, V. D. and Nguyen, V. C., "Multiple Response Prediction and Optimization in Thin-Walled Milling of 6061 Aluminum Alloy", Engineering, Technology & Applied Science Research. Greece, 13(2), pp. 10447-10452.
- [3]. Erven, Maren & Lange, Jörg & Feucht, Thilo (2021). "3D Printing with steel of a bolted connection". ce/papers. 4. 825-832. 10.1002/cepa.1367.