THIẾT KẾ TẤM KHUÔN DƯƠNG NHẰM CHẾ TẠO BẰNG PHƯƠNG PHÁP WAAM

DESIGN A CORE FOR MANUFACTURING USING THE WAAM METHOD

Nguyễn Ngọc Thuận*, Phạm Anh Tuấn, Vũ Đức Hoàn,
Bùi Văn Hiếu, Nguyễn Trọng Hiếu
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCMUTE)

TÓM TẮT

Công nghệ in 3D kim loại (AM) là công nghệ sản xuất phụ gia hiện đại, cho phép chế tạo trực tiếp các sản phẩm kim loại mà không cần khuôn mẫu. Trong đó, công nghệ in 3D kim loại bằng phương pháp lắng đọng hồ quang kim loại dây (WAAM) là một trong những công nghệ tiên tiến nhất. Nghiên cứu này thực hiện quy trình thiết kế tấm khuôn dương, với mục tiêu tối ưu hóa quy trình sản xuất và nâng cao chất lượng sản phẩm. Chúng tôi sử dụng công cụ mô phỏng và thử nghiệm để đánh giá hiệu suất và độ bền của tấm khuôn. Kết quả cho thấy tấm khuôn dương được thiết kế bằng phương pháp này có thể giúp giảm thiểu sự biến dạng và nâng cao độ chính xác của sản phẩm cuối cùng.

Từ khóa: *Tấm khuôn dương; WAAM; Khuôn; Sản phẩm 2D; AM; Kim loại.*

ABSTRACT

Metal 3D printing technology (AM) is a modern additive manufacturing technology that allows for the direct fabrication of metal products without the need for molds. Among these, metal 3D printing technology using Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) is one of the most advanced. This study implements the process of designing positive molds, with the aim of optimizing the manufacturing process and improving product quality. We use simulation and experimental tools to assess the performance and durability of the positive molds. The results show that positive molds designed using this method can help minimize distortion and enhance the accuracy of the final product.

Keywords: *Core; WAAM; Mold; 3D product; AM; Metal.*

1. GIỚI THIỆU

1.1. Tổng quan

Công nghệ in 3D kim loại WAAM được phát triển từ những năm 1990, nhưng chỉ thực sự được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi trong 10 năm gần đây.

Các nước phát triển như Anh, Mỹ, Đức, Nhật Bản, Trung Quốc... đã đầu tư mạnh cho nghiên cứu và phát triển công nghệ WAAM. Nhiều tập đoàn, viện nghiên cứu lớn đã công bố các công trình nghiên cứu quan trọng.

Các nghiên cứu tập trung vào những khía cạnh như: tối ưu hóa thông số in, nâng cao chất lượng và kích thước chi tiết, mở rộng vật liệu có thể in, cải thiện cấu trúc và tính chất vật liệu, tự động hóa quá trình in, ứng dụng trong lĩnh vực chế tạo khuôn mẫu...

Một số sản phẩm điển hình đã được chế tạo thành công bằng WAAM như các chi tiết lớn trong ngành hàng không vũ trụ, khuôn mẫu, cầu thang…

Đặc biệt, công nghệ WAAM đã được ứng dụng thành công để chế tạo các loại khuôn mẫu 3D phức tạp mà các phương pháp truyền thống khó có thể thực hiện được. WAAM đã được ứng dụng trong sản xuất thực tế ở một số công ty, tập đoàn lớn. Triển vọng ứng dụng rộng rãi vì những ưu điểm về tốc độ, chi phí, khả năng chế tạo các chi tiết phức tạp.

Như vậy, công nghệ WAAM đã được chú trọng nghiên cứu và ứng dụng thành công để chế tạo các loại khuôn mẫu 3D tại nhiều nước phát triển trên thế giới.

Tại Việt Nam, những nghiên cứu về công nghệ in 3D kim loại nói chung và WAAM nói riêng còn khá mới mẻ. Một số đơn vị nghiên cứu đã triển khai các đề tài, dự án nghiên cứu thí điểm nhằm khảo sát khả năng ứng dụng công nghệ này.

Các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào khảo sát các thông số in, cấu trúc vật liệu và đánh giá tính chất cơ học của một số kim loại thông dụng như thép, nhôm, titan... Việc ứng dụng thực tiễn công nghệ AM nói chung và WAAM nói riêng trong sản xuất tại Việt Nam vẫn còn hạn chế, chưa có nhiều ứng dụng điển hình.

Nhìn chung, các nghiên cứu liên quan đến ứng dụng công nghệ WAAM để chế tạo khuôn mẫu, đặc biệt là khuôn mẫu 3D tại Việt Nam vẫn còn khá mới mẻ và hạn chế. Do đó, rất cần có thêm các nghiên cứu và ứng dụng thực tiễn WAAM trong lĩnh vực này để phát triển công nghệ in 3D kim loại hiện đại cho Việt Nam.

1.2. Cơ sở lý thuyết

Việc thiết kế tấm khuôn bằng phương pháp WAAM nhằm cải thiện quá trình sản xuất. Tấm khuôn dương được thiết kế để hỗ trợ quá trình xây dựng lớp và giảm thiểu các vấn đề liên quan đến biến dạng nhiệt.

So với các phương pháp truyền thống, WAAM cho phép chế tạo nhanh chóng các khuôn mẫu có hình dạng phức tạp. Điều này giúp rút ngắn thời gian và giảm chi phí chế tạo khuôn mẫu đáng kể.

Đề tài còn góp phần đào tạo nguồn nhân lực, nâng cao trình độ về công nghệ in 3D cho cán bộ kỹ thuật. Như vậy, đề tài có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao, phù hợp với xu thế phát

triển công nghệ in 3D kim loại hiện đại trên thế giới và tại Việt Nam.

Đề tài này nghiên cứu và thiết kế tấm khuôn dương nhằm chế tạo bằng phương pháp WAAM. Tấm khuôn dương sẽ được thiết kế hoàn chỉnh và sau đó chia thành từng lớp với độ dày từ 3mm đến 4mm, những lớp này sẽ được cắt laser với vật liệu thép C45, sau đó sẽ sử dụng phương pháp hàn MIG để liên kết những lớp này thành một khối hoàn chỉnh.

2. THIẾT KẾ TẤM KHUÔN DƯƠNG

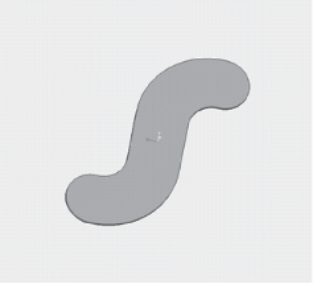
2.1. Phần mềm thiết kế

Creo Parametric là một trong những phần mềm du nhập vào Việt Nam từ rất sớm (khoảng đầu những năm 2000), PTC Creo Parametric có một cộng đồng người dùng rộng lớn và được sử dụng trong rất nhiều lĩnh vực cơ khí, đặc biệt là ngành thiết kế và gia công khuôn mẫu.

Do đó, chúng tôi quyết định chọn phần mềm Creo Parametric để thiết kế tấm khuôn dương.

2.2. Thiết kế sản phẩm

Sau nhiều lần thảo luận, đóng góp và lên ý tưởng về sản phẩm, nhóm chúng tôi đã chọn ra được sản phẩm phù hợp.



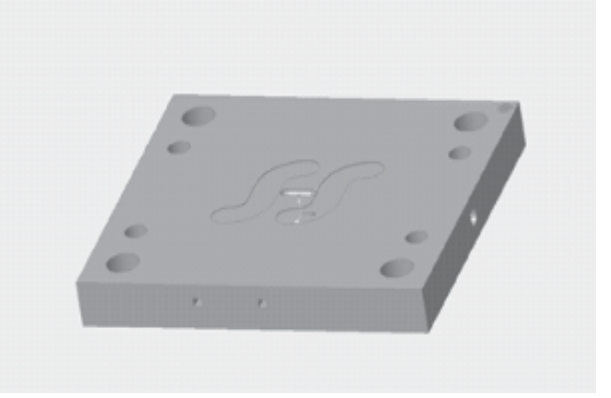
Hình 1. Sản phẩm

Dựa trên sản phẩm đã thiết kế, chúng tôi chọn khuôn 2 tấm với 2 lòng khuôn để phun ép sản phẩm.

Hình 2. Mô phỏng phun ép sản phẩm

2.3. Thiết kế tấm khuôn dương

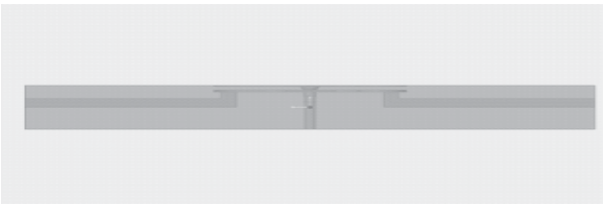
Tấm khuôn dương được thiết kế với kích thước 300x300x80mm để phù hợp với kích thước sản phẩm cũng như biên dạng của đường nước.



Hình 3. Mô phỏng tấm khuôn dương

2.4. Thiết kế đường nước

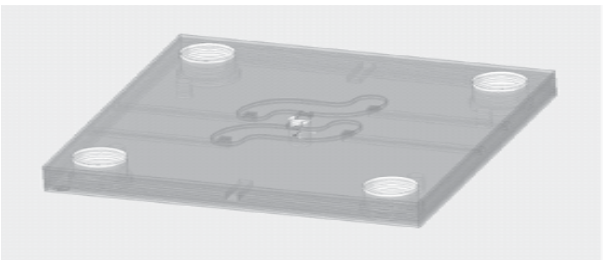
Thay vì chọn thiết kế đường nước thẳng theo phương pháp truyền thống thì với phương pháp WAAM, ta có thể thiết kế đường nước chạy theo biên dạng sản phẩm để tối ưu hóa quá trình giải nhiệt cho lòng khuôn. ☞



Hình 4. Mô phỏng đường nước ôm theo biên dạng sản phẩm

2.5. Tách lớp khuôn dương

Để thiết kế tấm khuôn dương nhằm chế tạo bằng phương pháp WAAM, ta cần tách lớp tấm khuôn dương thành nhiều lớp với độ dày từ 3mm đến 4mm và liên kết những lớp này thành một tấm khuôn dương hoàn chỉnh.



Hình 5. Mô phỏng tách lớp tấm khuôn dương

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả mô phỏng cho thấy tấm khuôn dương có thể giảm thiểu sự biến dạng nhiệt đáng kể. Thử nghiệm thực tế xác nhận rằng sản phẩm cuối cùng có độ chính xác cao hơn và ít biến dạng hơn so với khi không sử dụng tấm khuôn. Hơn nữa, tấm khuôn có thể tái sử dụng nhiều lần mà không bị hỏng hóc đáng kể.

4. KẾT LUẬN

Thiết kế tấm khuôn dương đã chứng minh hiệu quả trong việc cải thiện quá trình WAAM. Nghiên cứu này mở ra hướng đi mới cho việc tối ưu hóa công nghệ sản xuất bằng WAAM, giúp nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm thiểu chi phí sản xuất. Các nghiên cứu tiếp theo có thể tập trung vào việc tối ưu hóa hơn nữa thiết kế tấm khuôn và khám phá các vật liệu mới có thể sử dụng cho tấm khuôn.

(*) Đóng góp của tác giả:

- Hình thành ý tưởng và mục tiêu nghiên cứu: Nguyễn Trọng Hiếu;
- Thực hiện nghiên cứu, thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu, viết và chỉnh sửa bài báo: Nguyễn Ngọc Thuận*, Phạm Anh Tuấn, Vũ Đức Hoàn và Bùi Văn Hiếu.

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: SV2024-263.❖

Ngày nhận bài: **12/5/2024**
Ngày phản biện: **03/6/2024**

Tài liệu tham khảo:

[1]. Piyu Wang, Sijie Yang and Qingsong Xu (2018); "*Design and optimization of a new compliant rotary positioning stage with constant output torque*", Vol. 19, no. 12, pp. 1843-1850.

[2]. Chia-Wen Hou, Chao-Chieh Lan (2012); "*Functional joint mechanisms with constant-torque outputs*", pp. 166-181.

[3]. Phan Thanh Vu, Pham Huy Tuan (2020); "*Design and Analysis of a Compliant Constant-Torque Mechanism for Rehabilitation Devices*", chapter 44.

[4]. TS. Phạm Sơn Minh, ThS. Trần Minh Thế Uyên (2014); "*Giáo trình Thiết kế và chế tạo khuôn phun ép nhựa*", NXB. Đại học Quốc gia, Thành phố Hồ Chí Minh, 286 page.

[5]. Nguyễn Phương Nam, Lê Hồng Phúc, Phạm Thế Sơn (2023); "*Chế tạo máy thử độ bền cho chi tiết nhựa*", Đồ án tốt nghiệp, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh, 107 page.

[6]. What is the TIA Portal V17 for https://www.siemens.com/vn/vi.html.