

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ CHỈ TIÊU CƠ TÍNH MỘT SỐ DẠNG KHUÔN CÁT CHẾ TẠO BẰNG CÔNG NGHỆ BÔI ĐẮP

MECHANICAL PROPERTIES OF SOME SAND BASED MOLDS MADE BY ADDITIVE MANUFACTURING

TS. Nguyễn Văn Thuận
Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu kỹ thuật chế tạo khuôn theo công nghệ bồi đắp (additive manufacturing - AM) trên các hệ vật liệu khuôn cát thông dụng: hệ cát – nước thủy tinh và hệ cát – nhựa furan tự đông rắn nhiệt độ thường. Bài báo này trình bày nguyên lý thiết bị sản xuất kiểu bồi đắp theo phương pháp thủ công nhằm phục vụ đánh giá khả năng tương hợp của vật liệu làm khuôn khi ứng dụng với công nghệ bồi đắp. Mẫu vật liệu làm khuôn chế tạo theo phương pháp bồi đắp được làm theo tiêu chuẩn AFS để tiến hành thử cơ tính. Đánh giá cơ tính cho thấy hệ cát – nước thủy tinh không đáp ứng được công nghệ bồi đắp, trong khi hệ cát - nhựa đông rắn ở nhiệt độ thường có nhiều triển vọng ứng dụng.

Từ khóa: Cát – nước thủy tinh; Cát – nhựa furan; Vật liệu làm khuôn; Cơ tính vật liệu làm khuôn.

ABSTRACT

This article studies the additive manufacturing technique to make sand based mold for casting industry. Two popular molding material systems have been investigated: sand – sodium metasilicate and sand – furan resin systems. The device used for making mold specimens has been build to test the compatibility of selected molding material systems with the additive manufacturing technique. The mold specimens made by additive manufacturing then have been tested to determine compressive strength in accordance with the AFS standard. Schematic of the AM device and testing results are show here. Mechanical properties of specimens show that the sand-sodium metasilicate system is not compatible with additive manufacturing, but sand-furan resin system has great prospect.

Keywords: Sand–sodium metasilicate mold; Sand - furan resin mold; Molding materials; Mechanical properties of molding materials. 

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khuôn cát với chất kết dính tổng hợp đóng vai trò quan trọng trong kỹ thuật đúc. Các công nghệ chế tạo khuôn truyền thống dạng này được phát triển dựa trên đặc tính hình thành liên kết bền vững giữa vật liệu nền và chất kết dính chỉ diễn ra với một tác nhân nào đó ở cuối quy trình làm khuôn. Khi bắt đầu quy trình làm khuôn, các chất kết dính được trộn với vật liệu nền với một tỉ lệ nhất định. Để bảo đảm định hình hốc khuôn, quá trình đầm chặt được thực hiện khi chất kết dính và vật liệu nền vẫn là một hệ rời rạc bằng dụng cụ đơn giản (chày) và kỹ thuật đầm rung. Sau khi đầm chặt, người ta mới thực hiện quá trình đóng rắn để hệ rời rạc này trở nên vững chắc, đáp ứng các tiêu chí công nghệ của khuôn đúc. Các công nghệ phổ biến loại này là công nghệ khuôn cát khô, công nghệ khuôn cát nhựa. Trong công nghệ khuôn cát khô, tác nhân đóng rắn cuối là khí. Trong công nghệ khuôn cát nhựa, ở giai đoạn cuối, dưới tác dụng của xúc tác axit, phản ứng polyme hóa diễn ra tạo thành chất liên kết dạng nhiệt rắn trên toàn bộ thể tích khuôn đúc [1].

Khi xem xét khả năng chế tạo khuôn bằng công nghệ AM nhằm tận dụng những lợi thế của khoa học kỹ thuật máy tính ngày nay, ta thấy nguyên lý hình thành đối tượng theo lớp trong công nghệ AM khiến quy trình trộn, đầm khuôn, đóng rắn giai đoạn cuối không thể thực hiện được trên toàn bộ thể tích [2]. Khi sử dụng kỹ thuật AM, các công đoạn trộn nguyên liệu, đầm khuôn, đóng rắn cơ bản đều được thực hiện theo lớp. Sau khi các lớp đóng rắn, liên kết giữa các lớp liệu có bảo đảm độ cứng vững cho khuôn đúc hay không là vấn đề nghiên cứu chính trong báo cáo này.

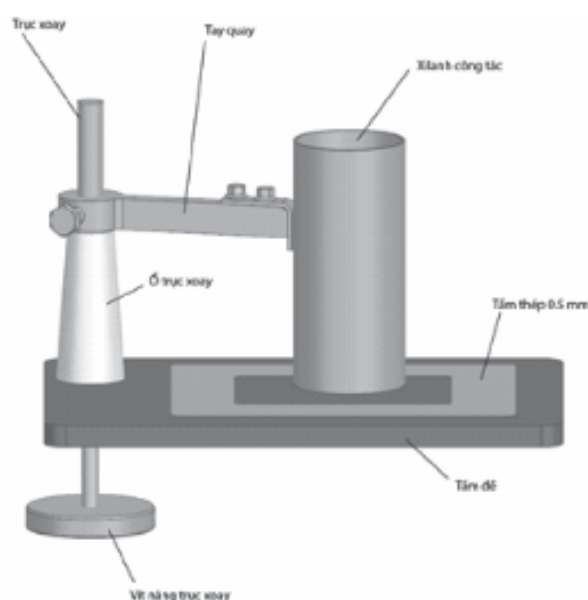
2. THỰC NGHIỆM

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là khuôn đúc được chế tạo theo công nghệ AM đối với 02 nhóm vật liệu làm khuôn phổ biến nhất hiện nay: khuôn cát – nước thủy tinh đóng rắn nhanh bằng khí CO₂ (Hệ 1), khuôn cát – nhựa furan tự đóng rắn ở nhiệt độ thường (Hệ 2).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã phát triển một hệ thống thiết bị cho phép chế tạo mẫu vật liệu làm khuôn theo phương pháp AM. Sơ đồ nguyên lý thiết bị tạo mẫu được minh họa trên Hình 1. Mẫu khuôn chế tạo được có hình dáng, kích thước theo tiêu chuẩn AFS nhằm kiểm tra độ bền nén để đưa ra đánh giá cơ tính khuôn, so sánh với chỉ tiêu cơ tính tương tự của khuôn chế tạo theo phương pháp thông thường.



Hình 1. Sơ đồ nguyên lý thiết bị AM

Đối với vật liệu khuôn Hệ 1, các lớp vật liệu được chế tạo theo quy trình sau:

- Trộn cát – nước thủy tinh bằng phương pháp thủ công với tỉ lệ nước thủy tinh 5% khối lượng cát. Cát được dùng thuộc loại cát trắng tương đương mác V5.5. Nước thủy tinh được sử dụng có mô-đun bằng 2,2, tỉ trọng 1496 kg/m^3 .

- Trải lớp cát chiều dày 0,5 mm nhờ sử dụng tấm thép mỏng được khoét lỗ sẵn như trên Hình 1. Lớp cát sau khi trải được đầm chặt bằng hệ thống 02 con lăn có đường kính lần lượt $\varnothing 20 \text{ mm}$ và $\varnothing 10 \text{ mm}$, sau đó gạt phẳng bằng thanh thẳng.

- Sau khi chế tạo đủ 100 lớp, tiến hành thổi khí CO_2 nhằm đóng rắn khuôn.

Mẫu thử theo phương pháp này được minh họa trên Hình 2.

Đối với vật liệu khuôn Hệ 2, quy trình chế tạo như sau:

- Sợi trộn cát với dung dịch axit H_2SO_4 5% trong 60 giây trên thiết bị thủ công.

- Trải cát.

- Đầm khuôn bằng bộ con lăn gồm 02 chiếc có đường kính lần lượt $\varnothing 20 \text{ mm}$ và $\varnothing 10 \text{ mm}$.

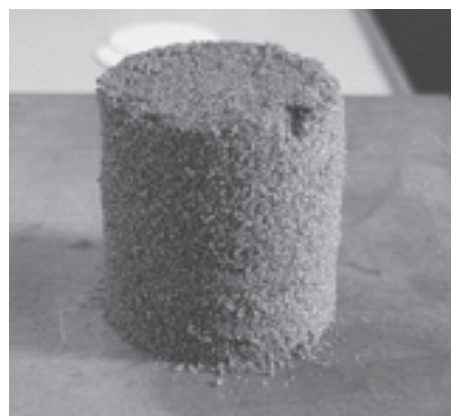
- Sử dụng thiết bị tạo giọt phân bố hỗn hợp nhựa furan lên lớp cát vừa trải.

Cát được sử dụng là cát thạch anh cỡ hạt phân bố xung quanh giá trị trung bình 0,135 mm. Chiều dày mỗi lớp 0,35 mm theo kích thước đường của tấm khoét lỗ sẵn như trên Hình 1. Hỗn hợp nhựa furan có hàm lượng

fufuril alcohol 75%, độ nhớt 35 cps [3]. Mẫu tự đóng rắn ở nhiệt độ phòng (30°C), độ ẩm môi trường trung bình 85%. Mẫu chế tạo được có hình dạng trụ và kích thước theo tiêu chuẩn AFS 50x50 mm, được đem thử độ bền nén sau 24 giờ, Hình 3.



Hình 2. Mẫu khuôn cát - nước thủy tinh thử cơ tính theo tiêu chuẩn AFS



Hình 3. Mẫu khuôn cát - nhựa thử cơ tính theo tiêu chuẩn AFS

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá cảm quan

Quan sát và cảm nắm bằng tay các mẫu khuôn cát cho thấy độ cứng bề mặt khi chế tạo bằng phương pháp AM là tương đối tốt. Có thể

ấn tay, cầm nắm, vận chuyển các mẫu một cách thoải mái mà không bị vỡ, không biến dạng. Tuy nhiên, tại mặt ngoài trong phạm vi mm, mức độ liên kết không tốt.

3.2. Đánh giá độ bền nén

Độ bền nén của mẫu Hệ 1 được thể hiện trên Bảng 1.

Bảng 1. Độ bền nén mẫu vật liệu làm khuôn Hệ 1

Mẫu 1	94.174 N/m ²
Mẫu 2	89.234 N/m ²
Mẫu 3	81.134 N/m ²
Mẫu 4	91.286 N/m ²
Mẫu 5	83.934 N/m ²

Độ bền nén của mẫu Hệ 2 được thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Độ bền nén mẫu vật liệu làm khuôn Hệ 2

Mẫu 1	1.634.128 N/m ²
Mẫu 2	1.598.468 N/m ²
Mẫu 3	1.611.976 N/m ²

So với độ bền nén của khuôn cát – nước thủy tinh thông thường vào khoảng trên dưới 2000 kPa [4], dễ thấy độ bền nén của khuôn cát – nước thủy tinh chế tạo theo phương pháp bồi đắp rất yếu. Điều đó có thể do liên kết giữa các lớp bồi đắp không bảo đảm.

So với độ bền nén của khuôn cát – nhựa furan tự đóng rắn ở nhiệt độ thường vào khoảng 2000 kg/cm² [5], ta thấy độ bền nén của mẫu Hệ 2 có triển vọng đáp ứng được yêu cầu làm việc của khuôn.

4. KẾT LUẬN

Qua đo đạc sơ bộ chỉ tiêu độ bền nén của mẫu vật liệu làm khuôn trên cơ sở cát – nước thủy tinh và cát – nhựa furan tự đóng rắn được chế tạo bằng phương pháp AM cho thấy:

- Độ bền của hỗn hợp làm khuôn hệ cát – nước thủy tinh chế tạo bằng phương pháp AM thấp hơn đáng kể so với khuôn cát – nước thủy tinh chế tạo bằng kỹ thuật truyền thống. Vì vậy, hệ vật liệu này khó đáp ứng công nghệ AM.

- Độ bền của hỗn hợp làm khuôn hệ cát – nhựa furan tự đóng rắn ở điều kiện môi trường bình thường thấp hơn so với mức thông thường khi chế tạo bằng phương pháp đầm. Tuy nhiên, mức độ chênh lệch không lớn.

Qua đánh giá chỉ tiêu cơ tính cơ bản đạt được khi chế tạo khuôn theo lớp, chúng tôi nhận thấy hệ vật liệu cát – nhựa furan hoàn toàn đủ khả năng đáp ứng công nghệ AM với một số điều chỉnh cần thiết. ♦

Ngày nhận bài: **23/8/2022**

Ngày phản biện: **05/9/2022**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Đinh Quảng Năng; *Vật liệu làm khuôn cát*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
- [2]. J. Wang, S.R. Sama, G. Manogharan; *Re-Thinking Design Methodology for Castings*, Inter Metalcast 13 (2019) 2–17.
- [3]. Louis Wasson, Milt Burris, Yimin Wu, Christopher Watt, Moon G. Kim; *Furfuryl alcohol as co-binder with ureformaldehyde*. Wood and Fiber Science 30 (1997) 238–249.
- [4]. R.B. John; *Foseco Ferrous Foundryman's Handbook*, Butterworth-Heinemann, 2000.
- [5]. S.G. Acharya, J.A. Vadher; *Parametric Analyses on Compressive Strength of Furan No Bake Mould System Using ANN*. Archives of Foundry Engineering 16 (2016) 5–10.