

PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BỐ CỤC CHO KHUÔN ÉP NHỰA NHIỀU LÒNG KHUÔN

LAYOUT OF INJECTION MOLD WITH MULTI-CAVITIES

Lê Viết Phi*, Cao Phạm Đức Hiếu, Vũ Đức Hoàn, Bùi Văn Hiếu, Trần Minh Thế Uyên
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh (HCMUTE)

TÓM TẮT

Bài báo này tập trung vào sự kết hợp giữa công nghệ in 3D và thiết kế khuôn phun ép nhựa trong ngành chế tạo. Sự phát triển của công nghệ in 3D đã mở ra những cơ hội mới cho việc tạo ra các mô hình khuôn phun ép nhựa một cách nhanh chóng và chính xác. Một trong những kết quả đáng chú ý là khả năng tạo ra các mô hình khuôn phun ép nhựa một cách nhanh chóng và chính xác hơn thông qua công nghệ in 3D. Qua quá trình nghiên cứu, chúng ta đã chứng minh được rằng việc sử dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa giúp tăng cường sự linh hoạt và sáng tạo, đồng thời giảm thiểu thời gian và chi phí sản xuất.

Từ khóa: Công nghệ in 3D kim loại; Khuôn phun ép nhựa; Lồng khuôn âm; Lồng khuôn dương; Chế tạo khuôn.

ABSTRACT

This paper focuses on the integration of 3D printing technology and plastic injection mold design in the manufacturing industry. The development of 3D printing technology has opened up new opportunities for rapidly and accurately creating plastic injection mold models. One of the notable results is the ability to produce plastic injection mold models more quickly and accurately through 3D printing technology. Through the research process, we have demonstrated that using 3D printing technology in plastic injection mold design enhances flexibility and creativity, while also reducing production time and costs.

Keywords: 3D printing technology; Injection mold; Cavity plate; Core plate; Mold manufacturing. 

1. GIỚI THIỆU

1.1. Tổng quan

Hiện nay, việc sử dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa đang là một xu hướng phát triển đáng chú ý trong ngành công nghiệp. Công nghệ này cho phép sản xuất khuôn phun ép nhựa chính xác hơn và linh hoạt hơn so với các phương pháp truyền thống. Việc nghiên cứu sự kết hợp giữa công nghệ in 3D và thiết kế khuôn phun ép nhựa giúp tạo ra các khuôn phun ép nhựa có độ chính xác cao và chi tiết tinh xảo, cùng với đó cho phép thử nghiệm và tinh chỉnh thiết kế khuôn phun ép nhựa một cách dễ dàng và linh hoạt hơn, giúp tối ưu hóa quy trình sản xuất. Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa cũng đặt ra một số thách thức như độ bền của khuôn, cũng như việc lựa chọn vật liệu phù hợp.

1.2. Cơ sở lý thuyết

Bài báo nghiên cứu về việc thiết kế khuôn phun ép nhựa khi sử dụng công nghệ in 3D.

*Trước tiên, nhóm sẽ tìm hiểu về Công nghệ phun ép nhựa:

- Phương pháp: Công nghệ phun ép nhựa là quá trình sản xuất các sản phẩm từ nhựa bằng cách phun vật liệu nhựa nóng chảy vào khuôn rồi làm nguội để tạo hình sản phẩm.

- Các thành phần: Gồm ba phần chính: khuôn (mold), máy ép (injection molding machine), và vật liệu nhựa (plastic material). Trong đề tài này, nhựa PP là vật liệu nhựa mà chúng tôi lựa chọn. Dưới đây là các thông số kỹ thuật của nhựa PP:

Bảng 1. Bảng thông số kỹ thuật của nhựa PP

Tên đầy đủ	Polypropylen
Công thức hóa học	$(C_3H_6)_n$
Khối lượng riêng	
(Dạng vô định hình)	0,85 g/cm ³
Dạng tinh thể	0,95 g/cm ³
Độ bền kéo	30 – 40 N/mm ²
Độ giãn dài	250 – 700 %
Điểm nóng chảy	~ 165°C
Độ co rút	1,0 ~ 2,5 %

- Chu kỳ phun ép: Bao gồm các bước chính: đóng khuôn, phun nhựa, làm nguội, mở khuôn và đẩy sản phẩm ra ngoài.

*Tiếp đến, ta sẽ tìm hiểu về công nghệ in 3D:

- Phương pháp: In 3D là quá trình tạo mẫu và sản phẩm bằng cách chồng từng lớp vật liệu theo thiết kế số hóa.

- Các loại công nghệ in 3D: Fused Deposition Modeling (FDM), Stereolithography (SLA), Selective Laser Sintering (SLS), Digital Light Processing (DLP), v.v.

- Vật liệu: Có thể sử dụng nhiều loại vật liệu như nhựa, kim loại, ceramic, v.v.

*Sau khi tìm hiểu về khuôn phun ép nhựa, ta sẽ tiếp tục tìm hiểu về quy trình thiết kế khuôn phun ép nhựa:

- Thiết kế khuôn: Bao gồm việc xác định hình dạng, kích thước, và cơ cấu của khuôn. Khuôn phun ép thường có hai phần chính:

+ Phần cavity (phần khuôn cái, phần khuôn cố định), được gá trên tấm cố định của máy ép nhựa;

+ Phần core (phần khuôn đực, phần khuôn di động), được gá trên tấm di động của máy ép nhựa.

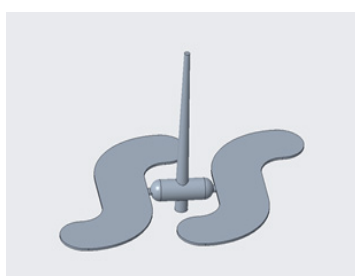
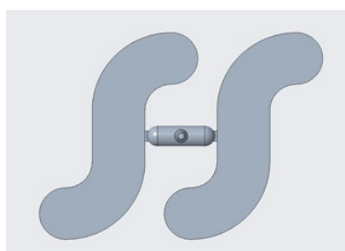
- Phân tích dòng chảy: Sử dụng các phần mềm mô phỏng như Creo, Modex 3D để dự đoán cách nhựa chảy vào khuôn và tìm ra các vấn đề như thiếu sót, cong vênh, và sự phân bố nhiệt độ không đều.

- Tối ưu hóa thiết kế: Tối ưu hóa các yếu tố như hệ thống kênh dẫn nhựa, lỗ thoát khí, và hệ thống làm nguội để đảm bảo sản phẩm chất lượng cao.

2. THIẾT KẾ KHUÔN PHUN ÉP NHỰA KẾT HỢP CÔNG NGHỆ IN 3D TRONG CHẾ TẠO

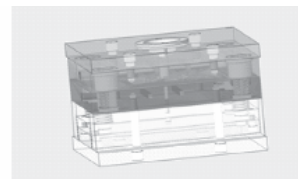
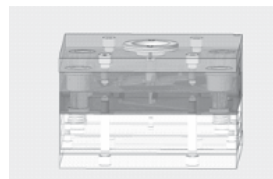
2.1. Thiết kế bộ khuôn trên phần mềm Creo Parametric

Đầu tiên, chúng tôi tạo mô hình 3D của sản phẩm và tiến hành tách khuôn, sau đó tiếp tục mô phỏng phân tích dòng chảy để tìm các vấn đề cần khắc phục của sản phẩm.



Hình 1. Hình dạng sản phẩm

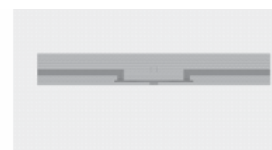
Tiếp theo là thiết kế áo khuôn, bộ khuôn kiểu futaba_s loại C, 2 tấm, 2 lòng khuôn có kích thước 320x300x200 mm.



Hình 2. Bộ khuôn hoàn chỉnh được mô phỏng trên Creo

2.2. Cắt lòng khuôn thành các tấm

Với việc áp dụng công nghệ in 3D trong chế tạo khuôn phun ép nhựa, bước tiếp theo của quy trình này là cắt lớp 2 tấm lòng khuôn (core, cavity). Các tấm được cắt với chiều dày từ 2-4mm. Với việc cắt lòng khuôn thành nhiều tấm sẽ giúp sản phẩm giảm nhiệt độ nhanh hơn vì nước làm nguội sẽ có thể chạy khắp lòng khuôn thông qua khe hở giữa các tấm. Tuy vậy, vấn đề hạn chế là nước sẽ tràn ra khỏi lòng khuôn thông qua những khe hở đó. Nhóm cũng đã nghiên cứu và tìm được những cách để hạn chế vấn đề trên như: hàn kín 4 mặt cạnh của lòng khuôn (hoặc hàn một phần và dùng keo bít các rãnh tránh nước tràn ra), thiết kế các trụ chặn nước ở những vị trí có lỗ khoan.

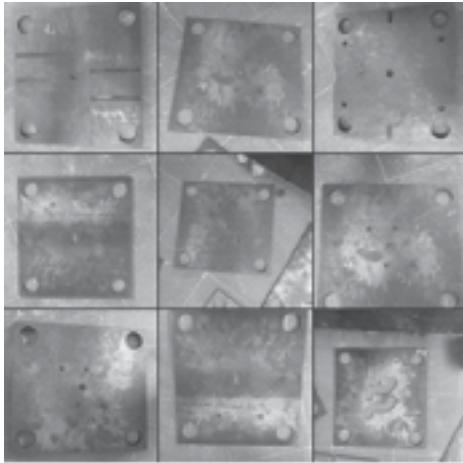


Hình 3. Lòng khuôn sau khi được cắt lớp

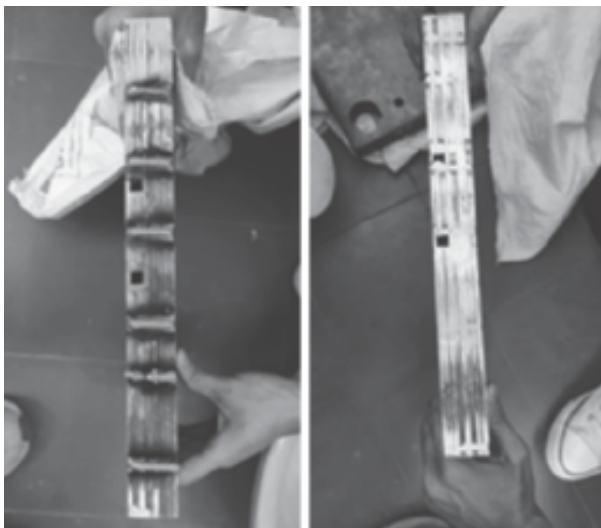
2.3. In 3D lòng khuôn

Sau khi cắt laser từng tấm của lòng khuôn, nhóm tiến hành xếp lớp các tấm để tạo hình và hàn 4 mặt cạnh của lòng khuôn.





Hình 4. Các tấm cắt laser



Hình 5. Các tấm sau khi lắp và hàn

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Qua quy trình thiết kế khuôn ép nhựa kết hợp in 3D, có các kết quả đáng chú ý như sau:

- Bằng việc chia nhỏ tấm khuôn, in 3D cho phép tạo ra những thiết kế phức tạp mà các phương pháp truyền thống khó hoặc không thể thực hiện được, qua đó cho thấy được tính linh hoạt cao do phương pháp này đem lại;

- Dễ dàng thay đổi thiết kế: có thể dễ dàng thay đổi hoặc nâng cấp thiết kế bằng cách cắt, lắp ráp lại các tấm mới và hàn lại;

- Tối ưu hóa việc giải nhiệt cho nhựa khi phun vào, giúp giải quyết bài toán làm nguội sản phẩm, qua đó giúp tăng năng suất sản xuất lên nhiều lần.

Tuy nhiên, việc áp dụng công nghệ in 3D trong thiết kế khuôn phun ép nhựa cũng có một số khó khăn nhất định:

- Cắt laser từng tấm gây ra việc các tấm sẽ bị cong, sẽ khó khăn trong việc kẹp, gá các tấm để sau khi hàn lòng khuôn không bị vênh;

- Rủi ro mối hàn yếu: Mỗi hàn có thể là điểm yếu trong cấu trúc của khuôn, dễ bị nứt hoặc hỏng dưới áp lực và nhiệt độ cao trong quá trình phun ép;

- Thời gian lắp ráp: Quá trình cắt, lắp ráp và hàn các tấm kim loại có thể mất nhiều thời gian và công sức lao động hơn so với việc sử dụng các phương pháp tự động hóa cao.

4. KẾT LUẬN

Công nghệ in 3D mở ra nhiều cơ hội mới cho ngành công nghiệp sản xuất khuôn phun ép nhựa. Để khai thác tối đa các lợi ích của công nghệ này, cần tiếp tục nghiên cứu và cải tiến kỹ thuật, đồng thời đào tạo và nâng cao kỹ năng cho lực lượng lao động. Việc kết hợp công nghệ in 3D với các phương pháp truyền thống có thể là giải pháp tối ưu, giúp đạt được sự cân bằng giữa hiệu suất, chi phí và chất lượng sản phẩm. Trong tương lai, công nghệ in 3D hứa hẹn sẽ trở thành một công cụ đắc lực, thúc đẩy sự đổi mới và phát triển bền vững trong ngành sản xuất khuôn phun ép nhựa.

(*) Đóng góp của tác giả:

- Hình thành ý tưởng và mục tiêu nghiên cứu: Trần Minh Thế Uyên;

- Thực hiện nghiên cứu, thu thập dữ liệu, phân tích dữ liệu, viết và chỉnh sửa bài báo: Lê Viết Phi, Cao Phạm Đức Hiếu, 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: SV2024-267.❖

Ngày nhận bài: **15/7/2024**

Ngày phản biện: **23/8/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. 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, trang 10.
- [2]. Đặng Văn Nghìn; “*Hiện trạng và chiến lược phát triển công nghệ in 3D của nước ta trong xu thế cuộc các mạng 4.0*”, Viện Cơ học và Tin học ứng dụng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2018, trang 23.
- [3]. S.Yu, “*Wire Arc Additive Manufacturing and Its Application: Research Progress*”, China, 2021.
- [4]. Eleonora Desnica, “*3D Printing Technology: Materials, Application and Current Trends in Process Improvement*”, 32nd International Conference on Organization and Technology of Maintenance (OTO 2023) (pp.259-268).
- [5]. Oussama Trad, “*Control and optimization of the direct metal deposition additive manufacturing process based on the WAAM technique*”, University of Sousse, 2023.