

ỨNG DỤNG CAD TRONG THIẾT KẾ KHUÔN PHUN ÉP NHỰA

CAD APPLICATION IN PLASTIC INJECTION MOLD DESIGN

Bùi Văn Hiếu*, Cao Phạm Đức Hiếu, Hoàng Văn Hiếu,
Võ Văn Lâm, 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 việc áp dụng phần mềm CAD (Computer-Aided Design – Thiết kế hỗ trợ máy tính) trong quá trình thiết kế khuôn phun ép nhựa. CAD là công cụ quan trọng trong ngành công nghiệp sản xuất để tạo ra các mô hình 3D chính xác và hiệu quả. Trong bài báo, các tác giả tập trung vào việc áp dụng CAD để tối ưu hóa quá trình thiết kế khuôn, từ việc tạo mô hình 3D cho đến phân tích và kiểm tra tính khả thi của khuôn. Bằng cách này, chúng ta có thể giảm thiểu thời gian và chi phí trong quá trình phát triển sản phẩm, đồng thời nâng cao chất lượng và độ chính xác của khuôn phun ép nhựa. Đồng thời, bài báo cũng đề cập đến những tiềm năng và hạn chế của việc sử dụng CAD trong ngành công nghiệp này, cũng như hướng phát triển trong tương lai.

Từ khóa: CAD; Khuôn phun ép nhựa; Tối ưu hóa quá trình thiết kế; Tiết kiệm thời gian và chi phí.

ABSTRACT

This article focuses on applying CAD (Computer-Aided Design) software in the process of designing plastic injection molds. CAD is an important tool in the manufacturing industry for creating accurate and efficient 3D models. In the article, the authors focus on applying CAD to optimize the mold design process, from creating 3D models to analyzing and checking mold feasibility. In this way, we can reduce time and costs in the product development process, while improving the quality and accuracy of plastic injection molds. At the same time, the article also mentions the potentials and limitations of using CAD in this industry, as well as future development directions.

Keywords: CAD; Plastic injection mold; Optimize the design process; Save time and costs. 

1. GIỚI THIỆU

1.1. Tổng quan

Bài báo tập trung vào việc áp dụng công nghệ CAD (Computer-Aided Design – Thiết kế với sự hỗ trợ của máy tính) trong quy trình thiết kế khuôn phun ép nhựa. Khuôn phun ép nhựa là một phần không thể thiếu trong quy trình sản xuất các sản phẩm nhựa, và việc sử dụng CAD mang lại nhiều lợi ích đáng kể cho quy trình này. Kết cấu và kích thước của khuôn được thiết kế và chế tạo phụ thuộc vào hình dáng, kích thước, chất lượng và số lượng của sản phẩm cần tạo ra. Ngoài ra, còn rất nhiều vấn đề khác cần phải quan tâm đến như các thông số

công nghệ của sản phẩm (góc nghiêng, nhiệt độ khuôn, áp suất gia công,...), tính chất vật liệu gia công (độ co rút, tính đàn hồi độ cứng,...), các chỉ tiêu về tính kinh tế của bộ khuôn.

1.2. Cơ sở lý thuyết

Cơ sở lý thuyết của “Ứng dụng CAD trong thiết kế khuôn phun ép nhựa” tập trung vào hai lĩnh vực chính: CAD (Computer-Aided Design) và quy trình thiết kế khuôn phun ép nhựa. Vật liệu được sử dụng để chế tạo lòng khuôn là thép C45. Theo tiêu chuẩn TCVN 1766 – 75, thép C45 là loại thép có kết cấu chất lượng tốt, độ bền cao, độ kéo phù hợp.

Bảng 1. Chỉ số cấp bền thép C45

Mác thép	Tiêu chuẩn	Độ bền đứt σ_b (Mpa)	Độ bền đứt σ_c (Mpa)	Độ bền dẫn tương đối δ (%)	Độ cứng HRC
C45	TCVN 1766-75	610	360	16	23

Bảng 2. Thành phần hóa học của thép C45

Mác thép	C (%) min-max	Si (%) min-max	Mn (%) min-max	P (%) tối đa	S (%) tối đa	Cr (%) min-max
C45	0,42-0,50	0,15-0,35	0,50-0,80	0,025	0,025	0,20-0,40

Bảng 3. Đặc tính cơ học của thép C45

Mác thép	Điều kiện	Yield Strength (Mpa)	Sức căng (Mpa)	Elon-gation A5 (%)	Độ cứng HRC	Nhiệt độ	Benda-khả năng	Độ dày danh nghĩa, t	
								1,95mm $\leq$ t $\leq$ 10.0mm	
								Cán	Nung
C45	Cán	460	750	18	58	820	Bán kính uốn cong ($\leq 90^\circ$)	2,0 x t	1,0 x t
	Nung	330	540	30	55	860			
	Nước ngập nước		2270						
	Dầu ngập		1980						

Bảng 4. Thông số máy phun ép sản phẩm nhựa

Injection Pressure	MPa	229	186	147
Injection Stroke	mm	170		
Screw Speed	r/min	Q = 285		
Minimal Mold Dimension (LXW)	mm	290x290		

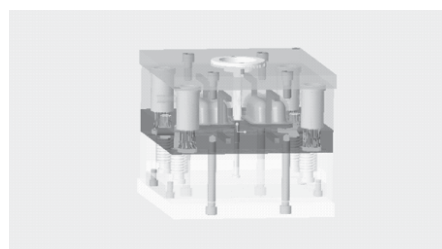
2. MÔ PHỎNG KHUÔN ÉP NHỰA BẰNG PHẦN MỀM CREO PARAMETRIC

Với Creo Parametric, chúng ta có thể thực hiện mô phỏng một cách chính xác và linh hoạt, giúp tối ưu hóa quy trình thiết kế và sản xuất khuôn ép nhựa. Dựa trên kết quả của mô phỏng để điều chỉnh các điều kiện mô phỏng đảm bảo rằng quá trình sản xuất sẽ diễn ra một cách hiệu quả và đáng tin cậy. Dưới đây là hình ảnh sản phẩm nhựa dạng 3D được mô phỏng trên phần mềm Creo Parametric.



Hình 1. Hình dạng sản phẩm phun ép nhựa dạng 3D

Sau khi đã tiến hành các bước như: tạo mô hình khuôn ép nhựa, xác định vật liệu, tạo kết cấu lưới (mesh), thiết lập điều kiện biên (boundary conditions), chạy mô phỏng và phân tích kết quả. Nếu các kết quả cho thấy sản phẩm có khả năng điền đầy lòng khuôn, ta tiến hành đi tạo áo khuôn cho khuôn ép nhựa bằng EMX trên phần mềm Creo Parametric. Dưới đây là hình ảnh bộ khuôn hoàn chỉnh được mô phỏng trên phần mềm Creo Parametric.



Hình 2. Hình ảnh bộ khuôn hoàn chỉnh của sản phẩm phun ép nhựa

3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Trong quá trình thực nghiệm ứng dụng CAD trong thiết kế khuôn phun ép nhựa, chúng tôi đã tiến hành các bước thiết kế và phân tích trên phần mềm CAD để đánh giá hiệu quả và độ chính xác của công nghệ này. Kết quả thu được như sau:

- Tăng cường độ chính xác cho chi tiết thiết kế: Mô hình 3D của khuôn phun ép nhựa được tạo ra với độ chính xác cao, cho phép kiểm tra và điều chỉnh các chi tiết nhỏ nhất. Điều này giúp giảm thiểu sai sót và đảm bảo sản phẩm cuối cùng đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật và chất lượng.

- Tối ưu hóa thời gian thiết kế: Thời gian để hoàn thành một bản thiết kế khuôn đã được giảm đáng kể nhờ vào các tính năng tự động hóa và thư viện linh kiện sẵn có trong phần mềm CAD. So với phương pháp thiết kế truyền thống, thời gian tiết kiệm được lên đến 30-40%.

- Cải thiện khả năng mô phỏng và phân

tích: Các công cụ mô phỏng trong CAD có thể dễ dàng chia sẻ giữa các bộ phận và đối tác thông qua các định dạng file tiêu chuẩn. Điều này giúp tiết kiệm nguyên liệu và giảm chi phí sản xuất.

- Giảm chi phí và lãng phí: Nhờ vào việc mô phỏng và tối ưu hóa thiết kế, số lượng thử nghiệm thực tế và các mẫu bị loại thử giảm đáng kể. Điều này giúp tiết kiệm nguyên liệu và chi phí sản xuất.

- Nâng cao khả năng hợp tác và chia sẻ thông tin: Các thiết kế CAD có thể dễ dàng chia sẻ giữa các bộ phận và đối tác thông qua các định dạng file tiêu chuẩn. Điều này tăng cường khả năng hợp tác, trao đổi ý tưởng và giải quyết các vấn đề một cách nhanh chóng và hiệu quả.

Kết luận, việc ứng dụng CAD trong thiết kế khuôn phun ép nhựa không chỉ mang lại tính hiệu quả về mặt kỹ thuật và kinh tế mà còn nâng cao chất lượng và độ chính xác của sản phẩm. Những kết quả thực nghiệm này khẳng định CAD là công cụ không thể thiếu trong ngành công nghiệp chế tạo khuôn mẫu hiện đại.

4. KẾT LUẬN

Ứng dụng CAD trong thiết kế khuôn phun ép nhựa đã mang lại những cải tiến vượt bậc cho ngành công nghiệp chế tạo khuôn mẫu. Nhờ vào các công cụ và phần mềm CAD tiên tiến, quá trình thiết kế trở nên nhanh chóng, chính xác và hiệu quả hơn. Các kỹ sư có thể tạo ra các mô hình 3D chi tiết, thực hiện các phân tích mô phỏng để dự đoán và giải quyết các vấn đề tiềm ẩn trước khi tiến hành sản xuất thực tế. Điều này không chỉ giúp giảm thiểu chi phí và thời gian sản xuất mà còn nâng cao chất lượng sản phẩm cuối cùng.

CAD còn hỗ trợ tối ưu hóa thiết kế khuôn, từ việc chọn vật liệu, bố trí hệ thống kênh dẫn, đến việc thiết kế hệ thống làm mát và

thoát khí. Các thay đổi trong thiết kế có thể được thực hiện dễ dàng và nhanh chóng, giúp tăng khả năng linh hoạt và đáp ứng nhanh chóng với yêu cầu thị trường.

Tóm lại, CAD đã và đang đóng vai trò then chốt trong việc hiện đại hóa và nâng cao hiệu suất của quy trình thiết kế khuôn phun ép nhựa, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của ngành công nghiệp này.

(*) 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: Bùi Văn Hiếu, Cao Phạm Đức Hiếu, Hoàng Văn Hiếu và Võ Văn Lâm.

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: SV2024-268.❖

Ngày nhận bài: **12/5/2024**

Ngày phản biện: **03/6/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trần Minh Thế Uyên; “*Thiết kế và chế tạo khuôn ép phun*”, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh, 2014, trang 10.
- [2]. Bộ môn Công nghệ kim loại; “*Giáo trình Hàn MIG/MAG – TIG*”, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh, 2014, trang 7.
- [3]. Zou Li, “*Volume 4 – Technical Manual*”, Haitian Plastic Machinery, 2021, pp. 4.1-1.
- [4]. Dan Liu, “*Research Progress of Arc Additive Manufacture Technology*, School of Material Science and Engineering”, Shenyang University of Technology, China, 2021, pp.2-3.
- [5]. <https://thephungphat.vn/thep-c45-la-gi-thong-so-ky-thuat-mac-thep-c45/>