NÂNG CAO ĐỘ CHÍNH XÁC KÍCH THƯỚC SẢN PHẨM NHỰA THÀNH MỎNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP KẾT HỢP MÔ PHỎNG VÀ THỰC NGHIỆM

ENHANCE DIMENSION ACCURACY OF A THIN-WALLED PLASTIC PART BY COMBINING SIMULATION AND DESIGN OF EXPERIMENTS

Huỳnh Đỗ Song Toàn, Trần Minh Thế Uyên
Nguyễn Danh Kiên, Lê Hiếu Giang
Trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TPHCM

Ngày tòa soạn nhận bài 24/3/2015, ngày phản biện đánh giá 27/3/2015, ngày chấp nhận đăng 8/4/2015

TÓM TẮT

Một trong những mục tiêu chính của công nghệ ép phun là nâng cao chất lượng của sản phẩm nhựa đồng thời rút ngắn chu kỳ ra sản phẩm, giảm chi phí sản xuất. Việc xác định các thông số quá trình ép phun tối ưu có ảnh hưởng rất lớn đến năng suất, chất lượng và chi phí sản xuất của ngành công nghiệp khuôn nhựa.

Vì vậy, nhằm góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm nhựa bằng cách tối ưu hóa các thông số ép phun, bài báo "Nâng cao độ chính xác kích thước sản phẩm nhựa thành mỏng bằng phương pháp kết hợp mô phỏng và thực nghiệm" là cần thiết.

Bài báo tiến hành việc phân tích mô phỏng và thực nghiệm ép phun sản phẩm nhựa thành mỏng với các thông số ép khác nhau. Thực nghiệm tìm ra được bộ thông số ép phun tối ưu để sản phẩm có sai lệch kích thước không theo hướng dòng chảy (non-flow) là thấp nhất. Bài báo đưa ra được bộ thông số ép tối ưu cho sản phẩm thành mỏng dạng mặt trên của bộ điều khiển trình chiếu. Từ đó tiến hành đánh giá kết quả mô phỏng tương ứng để tìm ra các thông số ứng với bộ thông số ép phun tối ưu thực tế. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất phương án mô phỏng với các thông số khác nhau, bộ thông số nào có kết quả tương ứng với bộ thông số ép tối ưu được đề xuất thực hiện.

Từ khoá: *khuôn ép phun nhựa, quy hoạch thực nghiệm, độ chính xác kích thước, sản phẩm nhựa thành mỏng.*

ABSTRACT

One of the main objectives of the injection molding technology is to improve the quality of plastic products and shorten product cycles, reduce production costs. The determination of the optimal parameters of injection molding process has a great influence on productivity, quality and cost of production of plastic mold industry.

Therefore, in order to improve the quality of plastic products by optimizing the parameters of injection molding applications experimental planning method, the paper "Enhance dimension accuracy of a thin-wall plastic part by combining simulation and design of experiments" is necessary.

The outcomes of this paper are completed the analysis and experimental simulation of a thin-walled injection molding plastic product with different injection molding parameters. Experimenting to find out the optimal parameters (the optimal set) for the non-flow dimension error is lowest, then evaluating corresponding simulation results to the optimum parameters of the actual injection. As a result, this paper proposes the simulation plans with different parameters, the parameters that correspond to the optimal set are recommended to implement.

Keywords: *plastic injection molding, design of experiments, dimension accuracy, thin-wall plastic parts.*

I. GIỚI THIỆU

Một trong những vấn đề quan trọng trong ép phun nhựa là độ chính xác kích thước sản phẩm. Kích thước sản phẩm phụ thuộc vào ba yếu tố:

- Loại nhựa và chất phụ gia
- Hệ số co rút khi thiết kế khuôn
- Thông số ép phun

Khi bộ khuôn đã được hoàn thiện, chất lượng sản phẩm sẽ phụ thuộc vào thông số ép phun. Khi đó kích thước sản phẩm chỉ có thể điều chỉnh bằng cách thay đổi thông số ép phun.

Với các loại khuôn ép phun và các vật liệu nhựa thông dụng, kích thước sản phẩm bị ảnh hưởng bởi độ co rút của nhựa. Trong khi đó, độ co rút sẽ thay đổi theo các hướng và vị trí khác nhau khi thông số ép phun thay đổi.

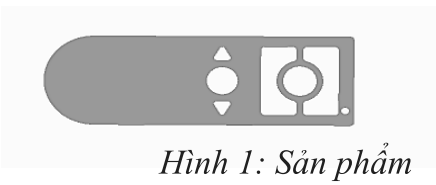
Nhiều công trình nghiên cứu tập trung vào những ảnh hưởng quan trọng của thông số quá trình ép phun đến chất lượng sản phẩm, đặc biệt với sản phẩm mỏng, nhẹ và nhỏ như sau:

- Những yếu tố ảnh hưởng đến cong vênh của chi tiết ép phun thành mỏng ứng dụng phương pháp Taguchi. [1-2]
- Mô phỏng và thực nghiệm để xác định các thông số ép phun cho sản phẩm nhựa thành mỏng. [3]
- Tối ưu hóa cong vênh trên sản phẩm ép phun thành mỏng. [4-5]

Tuy nhiên, độ chính xác kích thước của sản phẩm thành mỏng hiện tại chưa thể mô phỏng trên máy tính được. Việc nghiên cứu độ chính xác kích thước cần tiến hành đo đạc kích thước trên các sản phẩm hoàn thiện với các thông số ép khác nhau.

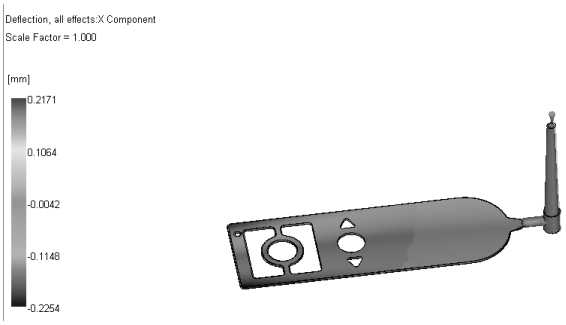
II. THIẾT KẾ CHẾ TẠO BỘ KHUÔN ÉP PHUN THÀNH MỎNG

Sản phẩm thiết kế



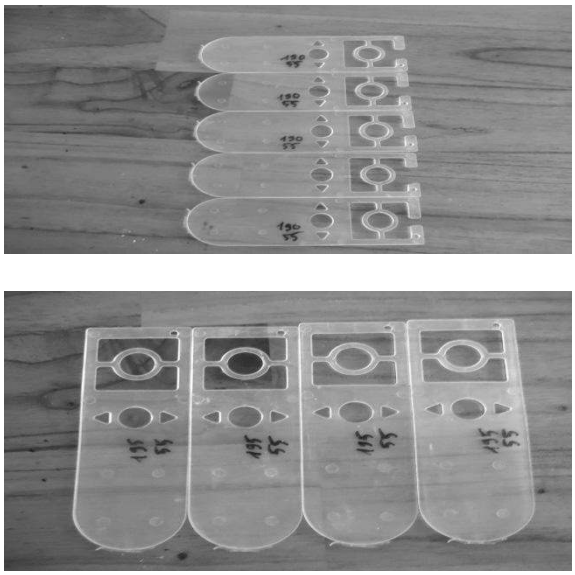
Hình 1: Sản phẩm

Mô phỏng



Hình 2: Mô phỏng ép phun

Ép phun

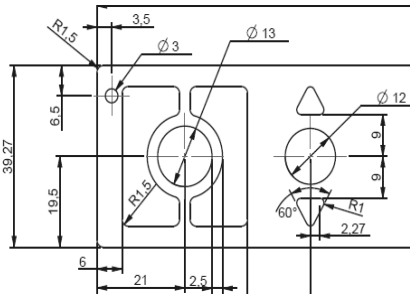


Hình 3: Sản phẩm thực tế

III. THỰC NGHIỆM ĐỂ TÌM BỘ THÔNG SỐ ÉP PHUN TỐI ƯU

1. Áp suất 55 bar

Kích thước bề rộng sản phẩm (kích thước vuông góc với dòng chảy nhựa vào khuôn) theo thiết kế là 39.27 mm.

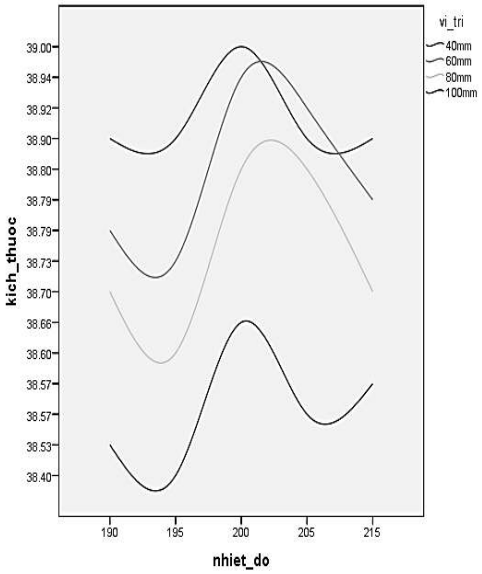


Hình 4: Kích thước bề rộng sản phẩm

Ở áp suất 55 bar thì nhiệt độ ép được xác định để làm thí nghiệm ở các mức nhiệt độ: 190, 195, 200, 205, 215^{0}C. Nhiệt độ được điều chỉnh trên máy ép phun Shine Well SW-120B.

Tại áp suất này chi tiết được đo với ở 4 vị trí khác nhau là cách miệng phun: 40mm, 60 mm, 80 mm, 100 mm

Biểu đồ kích thước bề rộng sản phẩm ở các vị trí khác nhau thay đổi theo nhiệt độ.



Hình 5: Biểu đồ kích thước bề rộng sản phẩm ở áp suất 55 bar

Nhận xét:

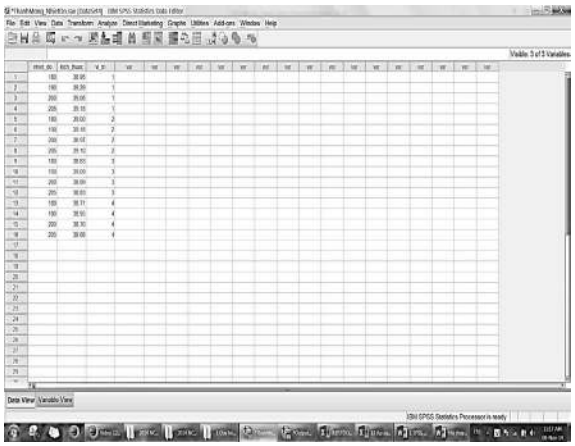
- Vậy nhận xét đầu tiên là với áp suất là 55 bar trong phạm vi nhiệt độ cho phép thì kích thước chi tiết bị nhỏ hơn so với thiết kế.

- Với sai lệch nhỏ nhất tại vị trí cách miệng phun 40mm tại nhiệt độ 200^{0}C với giá trị trung bình là 0.328 mm. có điểm sai lệch rất lớn là tại nhiệt độ 195^{0}C tại điểm cách miệng phun 100mm là 0.874 mm

2. Áp suất 75 bar

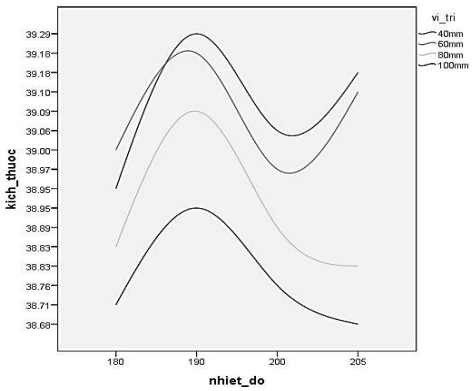
Ở áp suất 75 Bar thì nhiệt độ ép được xác định để làm thí nghiệm ở các mức nhiệt độ: 180, 190, 200, 205, 215^{0}C.

Tại áp suất này chi tiết được đo với ở 4 vị trí khác nhau là cách miệng phun: 40mm, 60 mm, 80 mm, 100 mm.



Hình 6: Số liệu kích thước

Với những kết quả thu được trên, tổng hợp kết quả thì vẽ được biểu đồ như sau:



Hình 7: Biểu đồ kích thước bề rộng sản phẩm ở áp suất 75 bar

Nhận xét biểu đồ:

- Có thể dễ dàng nhìn thấy rằng ở áp suất 75 bar thì đã có một vài điểm nhiệt độ đạt được kích thước như yêu cầu của thiết kế ban đầu.

- Tại hai vị trí cách miệng phun 40 và 60 mm thì đường cong trung bình kích thước đã cắt đường kích thước thiết kế và nhiệt độ càng cao thì kích thước này càng tăng

- Tuy nhiên tại hai vị trí 80 và 100 mm cách miệng phun thì kích thước của chi tiết vẫn chưa đạt đến kích thước như yêu cầu.

- Tại áp suất 75 bar thì nhiệt độ 190 ^{0}C là nhiệt độ tối ưu nhất

Phân tích từ bảng số liệu thực nghiệm cho

thấy sai lệch kích thước thay đổi ở các vị trí khác nhau theo chiều dòng chảy nhựa, càng xa cổng vào nhựa thì sai lệch càng lớn.

Từ đó cho thấy, để có được kích thước sản phẩm chính xác, ngoài việc mô phỏng tối ưu hóa cong vênh thì cần tiến hành thực nghiệm đo đạc sản phẩm thực tế.

Nghiên cứu đưa ra một số vấn đề cần giải quyết:

- Có sự liên hệ giữa cong vênh và độ sai lệch kích thước sản phẩm nhựa. Giảm thiểu cong vênh sẽ góp phần nâng cao độ chính xác kích thước.
- Cần có một phương pháp dự đoán sai lệch kích thước trên máy tính. Có thể gián tiếp nhờ vào phân tích cong vênh của sản phẩm.
- Ứng dụng các phương pháp thực nghiệm cùng với mô phỏng trên máy tính để nâng cao độ chính xác kích thước.

IV. KẾT LUẬN

Bài báo đã thực hiện được việc phân tích mô phỏng và thực nghiệm ép phun sản phẩm nhựa thành mỏng với các thông số ép khác nhau. Thực nghiệm tìm ra được bộ thông số ép phun tối ưu để sản phẩm có sai lệch kích thước không theo hướng dòng chảy (non-flow) là thấp nhất. Từ đó đánh giá kết quả mô phỏng tương ứng để tìm ra các thông số ứng với bộ thông số ép phun tối ưu thực tế. Trên cơ sở đó, bài báo đề xuất phương án mô phỏng với các thông số khác nhau, bộ thông số nào có kết quả tương ứng với bộ thông số ép tối ưu được đề xuất thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Huang MC, Tai CC, *The effective factors in the warpage problem of an injection molded part with a thin shell feature*, Journal of Material Processing Technology 110 (2001) 1-9.

[2] N. A. Shuaib , M. F. Ghazali , Z. Shayfull , M. Z. M. Zain , S. M. Nasir, *Warpage Factors Effectiveness of a Thin Shallow Injection-Molded Part using Taguchi method*, International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol: 11 No: 01

[3] C. Chen, M. Chuang, Y. Hsiao, Y. Yang, C. Tsai. *Simulation and experimental study in determininginjection molding process parameters for thin-shell plastic parts via design of experiments analysis*. Expert Systems with Applications 36 (2009) pp 10752-10759.

[4] Chang and Faison, "*Shrinkage Behavior and Optimization of Injection Molded Parts Studied by the Taguchi method*", Society of Plastics Engineers Inc, 2001.

[5] Vaatainen O, Pentti J. *"Effect of processing parameters on quality of injection molded parts using Taguchi parameter design method*", Plastic Rubber Compos,

1994; 21:2117

[6] Mohd. Muktar Alam, Deepak Kumar, *Reducing Shrinkage in Plastic Injection Moulding using Taguchi Method in Tata Magic Head Light*, International Journal of Science and Research, Volume 2 Issue 2, 2013

[7] Nair, V.N., Taguchi's parameter design: *a panel discussion*, Technometrics, 34, (1992),127-161.