

Tp. HCM, ngày ... tháng ... năm 2021

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài:

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ VÀ CHẾ TẠO THIẾT BỊ GIA NHIỆT BỀ MẶT
VI KHUÔN ÉP PHUN NHỰA.**

- Mã số: **B2019.SPK.03**

- Chủ nhiệm: **PHẠM SƠN MINH**

- Cơ quan chủ trì: Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh

- Thời gian thực hiện: 24 tháng

2. Mục tiêu:

Xây dựng được quy trình công nghệ, thiết kế và chế tạo thiết bị gia nhiệt bề mặt vi khuôn.

3. Tính mới và sáng tạo:

Thông qua quá trình thực hiện đề tài, phương pháp gia nhiệt cho vi khuôn đã được đề xuất, kèm theo đó, thiết kế của khuôn cũng được nghiên cứu nhằm đáp ứng nhu cầu gia nhiệt với thời gian ngắn và tốc độ gia nhiệt cao.

- Khi nhiệt độ khuôn càng cao, áp suất định hình sẽ được giữ lâu hơn. Điều này có thể giải thích dựa vào hiện tượng đông đặc của nhựa khi tiếp xúc với lòng khuôn. Khi nhiệt độ khuôn cao, hiện tượng đông đặc có khuynh hướng diễn ra chậm hơn, do đó, nhựa sẽ ở trạng thái lỏng lâu hơn, và kết quả là áp suất tác động tại vị trí đường hàn được giữ ở mức cao trong khoảng thời gian lâu hơn so với trường hợp nhiệt độ khuôn thấp.

- Khi chiều dày sản phẩm càng nhỏ, áp suất định hình giảm càng nhanh hơn. Điều này là do chiều dày dòng chảy nhựa mỏng, nhiệt lượng truyền ra ngoài sẽ nhanh hơn, và quá trình đông đặc sẽ nhanh hơn so với trường hợp sản phẩm có chiều dày lớn hơn. Tuy nhiên, khi áp dụng bước gia nhiệt cho lòng khuôn, áp suất định hình vẫn có thể được giữ ở mức cao, đặc biệt với trường hợp sản phẩm dày 0.4 mm.

- Kết quả thử kéo sản phẩm nhựa thành mỏng cũng được tổng hợp và so sánh với 2 loại nhựa là PA6 và PA6+30%GF. Kết quả này cho thấy ảnh hưởng rõ rệt của nhiệt độ insert và chiều dày lưới đến khả năng chịu lực kéo của sản phẩm. Kết quả cho

thấy khi nhiệt độ insert tăng từ 30 °C đến 150 °C, độ bền của sản phẩm có sự cải thiện rõ rệt với tất cả các dạng chiều dày sản phẩm.

4. Kết quả nghiên cứu:

Sau quá trình nghiên cứu, các kết quả sau đã đạt được:

- Phương pháp gia nhiệt bằng khí nóng có thể được ứng dụng nhằm nâng nhiệt độ bề mặt của vi khuôn lên hơn 163.9 °C. Ngoài ra, vùng nhiệt độ cao có thể được khống chế tại vị trí có thành mỏng
- Mô phỏng về dòng chảy nhựa cho thấy khi phun ép với nhiệt độ khuôn cao, hiện tượng giảm áp suất của dòng nhựa có thể được cải thiện.
- Thông qua việc cải thiện áp suất của dòng nhựa, độ bền của sản phẩm cho thấy có sự cải thiện rõ rệt.
- Kết quả mô phỏng nhiệt độ khuôn và kết quả thực nghiệm khá giống nhau, điều này cho thấy khả năng dự đoán kết quả nhiệt độ khuôn sau quá trình gia nhiệt là hoàn toàn khả thi.

5. Sản phẩm:

5.1. Sản phẩm khoa học

- 01 bài báo đăng tạp chí quốc tế trong danh mục ISI:

The Uyen, T.M.; Truong Giang, N.; Do, T.T.; Anh Son, T.; Son Minh, P. External Gas-Assisted Mold Temperature Control Improves Weld Line Quality in the Injection Molding Process. *Materials* **2020**, *13*, 2855.

<https://doi.org/10.3390/ma13122855>

- 01 bài báo đăng tạp chí trong danh mục Scopus:

Nguyen, T. G., Pham, S. M., & Tran, A. S. (2020). Verifying the Gas Heating Method for Injection Molding. *Key Engineering Materials*, 861, 188–192.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.861.188>.

- 02 bài báo đăng trên tạp chí quốc tế có chỉ số ISSN:

- Phan The Nhan, Nguyen Tinh, Nguyen Phuoc Thien, Study on the Temperature Distribution of the Mold Cavity With The Air Heating Method, *American Journal of Engineering Research (AJER)*, **2020**, Volume-9, Issue-11, pp-116-120.
- Cao Van Thinh, Thanh Trung Do, Study on the Temperature Distribution for Mold Heating Process, *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 7, Issue 11, **November 2020**, pp. 15537 – 15543

- 02 bài báo đăng trên Tạp chí khoa học chuyên ngành trong nước thuộc danh mục được tính điểm của HDGSNN:

- Phan Thế Nhân, Nguyễn Tình, Cao Văn Thịnh, Huỳnh Phước An, Nguyễn Hồng Phúc, Nguyễn Đăng Phúc Lợi, Nghiên cứu phương pháp gia nhiệt bằng khí nóng cho lòng khuôn phun ép nhựa, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, số 11, năm **2020**, trang 31-35.
- Phan Thế Nhân, Nguyễn Tình, Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ khuôn đến áp suất định hình trong qui trình phun ép nhựa, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, số 11, năm **2020**, trang 54-57

5.2 Sản phẩm đào tạo

Bảo vệ thành công luận văn Thạc sĩ theo hướng nghiên cứu của đề tài:

- Trần Ngọc Thiện, Nghiên cứu độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng, 28-2-2019 đến 28-08-2019, ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM GVHD: PGS. TS. Phạm Sơn Minh
- Nguyễn Thanh Thảo, Nghiên cứu khả năng điều khiển nhiệt độ khuôn với kênh giải nhiệt dạng 2D, **28-2-2019 đến 28-08-2019**, ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM GVHD: PGS. TS. Phạm Sơn Minh

5.3 Sản phẩm ứng dụng

- 01 bộ khuôn ép phun có đặc tính:
 - 02 lòng khuôn ứng với mỗi sản phẩm có kích thước bao nhỏ hơn 750 mm x 750 mm x 750 mm.
 - Sau khi phun ép, kích thước sản phẩm đạt độ chính xác theo yêu cầu bản vẽ.
 - Vật liệu làm khuôn là Thép NAK 80 và STEELSEL STAVAX.
 - Lòng khuôn có thể gia nhiệt cục bộ với tốc độ gia nhiệt > 5 °C/s.
- 01 bộ thiết bị gia nhiệt cho lòng khuôn:
 - Kích thước nhỏ hơn 1000 mm x 1000 mm x 1000 mm.
 - Công suất tối đa: 50 kWA.
 - Thiết bị có thể gia nhiệt cho diện tích lòng khuôn nhỏ nhất là 50 mm x 50 mm
- Mẫu sản phẩm micro có chiều dày < 1,5 mm, kích thước bao 120 mm x 40 mm, vật liệu PA6
- Quy trình thiết kế khuôn ép phun cho sản phẩm:
 - Sử dụng cho hệ thống điều khiển nhiệt độ khuôn
 - Qui trình sẽ xác định các yếu tố sau:
 - Kết cấu của tấm khuôn dương và khuôn âm
 - Vị trí đặt các lòng khuôn
 - Phương án cách nhiệt: tùy thuộc vào hình dạng sản phẩm, có cần hoặc không cần.

6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:

- Toàn bộ kết quả đề tài sẽ được chuyển giao cho Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để phục vụ công tác giảng dạy và nghiên cứu chuyên sâu trong lĩnh vực khuôn mẫu.

- Ngoài ra, với yêu cầu nâng cao hiệu quả của quá trình phun ép nhựa, cũng như chất lượng và độ chính xác các sản phẩm nhựa đang được đòi hỏi ngày càng nhiều từ phía các công ty Cơ khí Khuôn mẫu. Do đó, các thiết bị và công nghệ thuộc đề tài này sẽ được chuyển giao đến:

Công ty **TNHH** Cơ khí Thế Hải.

Địa chỉ: 37/11 đường 2, Khu Phố 7, P. Trường Thọ, Q. Thủ Đức, TP. HCM

Công ty trên sẽ sử dụng công nghệ và thiết bị của đề tài trong quá trình nâng cấp qui trình sản xuất các sản phẩm nhựa kỹ thuật.

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

Project title:

Study on mold temperature control for micro injection molding process.

Code number: **B2019.SPK.03**

Coordinator: **PHẠM SƠN MINH**

Implementing institution: **HCMC University of Technology and Education**

Duration: 24 months

2. Objective(s):

Show out the process of designing and manufacturing the heating equipment and micro mold

3. Creativeness and innovativeness:

Through the process of implementing the topic, the heating method for the micro mold has been proposed, along with that, the design of the mold is also researched to meet the heating needs with short heating time and high heating speed.

- When the mold temperature is higher, the forming pressure will be held for longer. This can be explained based on the solidification phenomenon of plastic when it comes into contact with the mold cavity. When the mold temperature is high, solidification tends to take place more slowly, so the resin will stay in a liquid state for longer, and as a result, the applied pressure at the weld position is kept high in the range of longer time than in the case of low mold temperature.
- When the product thickness is smaller, the forming pressure drops faster. This is because the plastic flow thickness is thin, the heat transferred out will be faster, and the solidification process will be faster than in the case of products with larger thickness. However, when a heating step is applied to the mold cavity, the forming pressure can still be kept high, especially in the case of 0.4 mm thick products.
- The results of tensile test on thin-walled plastic products were also synthesized and compared with 2 resins, PA6 and PA6 + 30% GF. This result shows the influence of insert temperature and mesh thickness on the tensile strength of the product. The results showed that when the insert temperature increased from 30 °C to 150 °C, the durability of the product improved significantly with all types of product thickness.

4. Research results:

After finished this project, these results were reached:

- The air heating method could heat the mold surface temperature to 163.9 °C. In addition, the high temperature area could be focussed at the center of tensile bar
- The simulation of the packing process shows that the reducing of the packing pressure could be reduced when the mold finging process was achieved with the high mold temperature
- Due to the improving of packing pressure, the tensile strength was clearly increased.
- The heating results show that the air heating process could be predicted by simulation, so, the mold temperature could be properly selected.

5. Products:

5.1 International paper:

- 01 ISI paper (SCIE): The Uyen, T.M.; Truong Giang, N.; Do, T.T.; Anh Son, T.; Son Minh, P. External Gas-Assisted Mold Temperature Control Improves Weld Line Quality in the Injection Molding Process. *Materials* **2020**, *13*, 2855.

<https://doi.org/10.3390/ma13122855>

- 01 Scopus paper: Nguyen, T. G., Pham, S. M., & Tran, A. S. (2020). Verifying the Gas Heating Method for Injection Molding. *Key Engineering Materials*, 861, 188–192.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.861.188>

- Phan The Nhan, Nguyen Tinh, Nguyen Phuoc Thien, Study on the Temperature Distribution of the Mold Cavity With The Air Heating Method, *American Journal of Engineering Research (AJER)*, **2020**, Volume-9, Issue-11, pp-116-120.

- Cao Van Thinh, Thanh Trung Do, Study on the Temperature Distribution for Mold Heating Process, *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 7, Issue 11 , **November 2020**, pp. 15537 – 15543.

Domestic paper:

- Phan Thế Nhân, Nguyễn Tinh, Cao Văn Thịnh, Huỳnh Phước An, Nguyễn Hồng Phúc, Nguyễn Đăng Phúc Lợi, Nghiên cứu phương pháp gia nhiệt bằng khí nóng cho lòng khuôn phun ép nhựa, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, số 11, năm **2020**, trang 31-35.

- Phan Thế Nhân, Nguyễn Tinh, Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ khuôn đến áp suất định hình trong qui trình phun ép nhựa, *Tạp chí Cơ khí Việt Nam*, số 11, năm **2020**, trang 54-57.

5.2 Training Master student: 02 master students finished the final reports

- Trần Ngọc Thiện, Nghiên cứu độ bền mỏi của sản phẩm phun ép nhựa khi chịu tải trọng, 28-2-2019 đến 28-08-2019, ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM GVHD: PGS. TS. Phạm Sơn Minh

- Nguyễn Thanh Thảo, Nghiên cứu khả năng điều khiển nhiệt độ khuôn với kênh giải nhiệt dạng 2D, 28-2-2019 đến 28-08-2019, ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM GVHD: PGS. TS. Phạm Sơn Minh.

5.3 Application

- 01 injection molding for micro product:
 - 02 cavities.
 - Product accuracy satisfies the requirement.
 - Mold material: Steel NAK 80 and STEELSEL STAVAX.
 - Heating rate for cavity is higher than 5 °C/s.
- 01 mold heating equipment:
 - Dimension: 1000 mm x 1000 mm x 1000 mm.
 - Max. power: 50 kWA.
 - Min. heating area: 50 mm x 50 mm
- Micro product: Thickness < 1,5 mm, cover size: 120 mm x 40 mm, material PA6
- Mold design procedure:
 - Use for the mold with heating system
 - Define the:
 - Core and cavity plate
 - Cavity layout
 - Heating isolated.

6. Effects, transfer alternatives of research results and applicability:

- All the research results will be transferred to UTE for teaching with the course relating to the welding and metal technology

- In addition, the equipment for experiment will be transferred to:

Cơ khí Thế Hải company.

Address: 37/11 đường 2, Khu Phố 7, P. Trường Thọ, Q. Thủ Đức, TP. HCM

This company will use these equipments for improving their manufacturing process in injection molding project.