

# PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CAD/CAE XÁC ĐỊNH SỰ PHÂN BỐ HỢP LÝ CHO HỆ THỐNG GIẢI NHIỆT KHUÔN ÉP PHUN NHỰA

Đoàn Thị Minh Trinh <sup>(1)</sup>, Cái Minh Giác <sup>(2)</sup>, Nguyễn Văn Thành <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Trường Đại học Bách khoa – ĐHQG-HCM, <sup>(2)</sup> Công ty TNHH Cơ khí Phú Vinh  
(Bài nhận ngày 24 tháng 11 năm 2004, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 12 tháng 01 năm 2005)

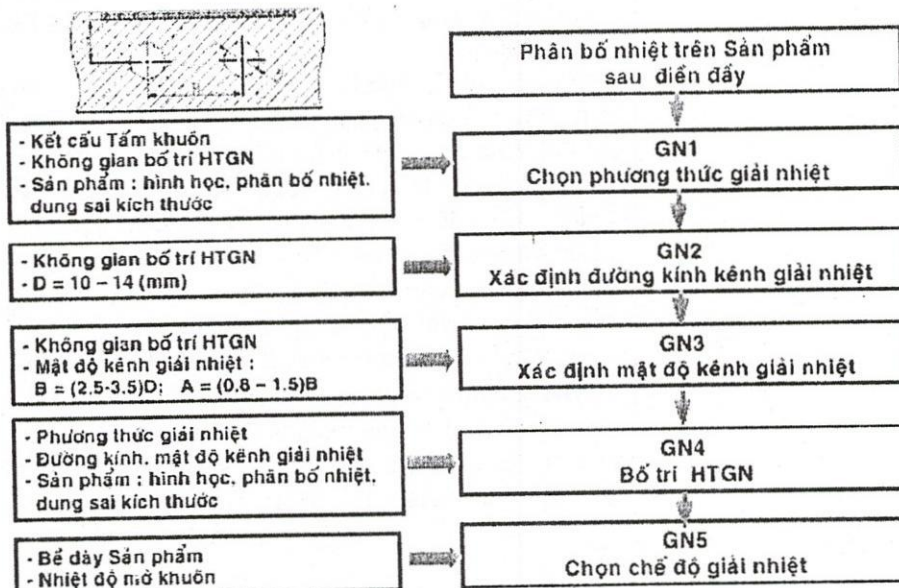
**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày phương pháp thiết kế CAD/CAE xác định sự phân bố hợp lý cho hệ thống giải nhiệt (HTGN) khuôn ép phun nhựa. Phương pháp đề nghị : (i) 5 Nguyên tắc xác lập HTGN - Chọn phương thức giải nhiệt, Xác định đường kính kênh giải nhiệt, Xác định mật độ kênh giải nhiệt, Bố trí HTGN, Chọn chế độ giải nhiệt; (ii) Sử dụng các chức năng phân tích Fill+Cool+Flow+Warp của phần mềm Moldflow để phân tích quá trình giải nhiệt (cool); (iii) Phân tích CAE đánh giá giải pháp giải nhiệt theo chỉ tiêu thời gian giải nhiệt, chênh lệch nhiệt độ và biến dạng sản phẩm. Nội dung bài báo đồng thời trình bày kết quả triển khai cho khuôn ép phun sản phẩm vỏ bình nước nóng làm bằng nhựa ABS theo đặt hàng nghiên cứu của Công ty TNHH Cơ Khí Phú Vinh.

## 1. GIỚI THIỆU

Thực tế cho thấy chọn được giải pháp giải nhiệt hợp lý đảm bảo đồng thời chất lượng sản phẩm, chu kỳ ép phun, giá thành chế tạo là công việc vô cùng phức tạp. Ngay cả khi với sự hỗ trợ của công cụ phân tích CAE, việc phân tích cũng chiếm thời gian khá lớn và phải lặp lại quá trình phân tích nhiều lần nếu giải pháp thiết kế chưa hợp lý. Do đó để việc sử dụng công cụ phân tích CAE thực sự hiệu quả về chất lượng và cả thời gian thiết kế, nghiên cứu xây dựng phương pháp xác định sự phân bố hợp lý cho HTGN, trong đó xác định được nguyên tắc xác lập HTGN; và chỉ tiêu thiết kế hợp lý, đảm bảo đồng thời yêu cầu kinh tế - kỹ thuật là hết sức cần thiết.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng phương pháp thiết kế CAD/CAE xác định sự phân bố hợp lý cho HTGN khuôn ép phun nhựa bao gồm : (i) Nguyên tắc xác lập HTGN; (ii) Chỉ tiêu phân tích CAE đánh giá giải pháp giải nhiệt; (iii) Quy trình thiết kế HTGN theo công nghệ CAD/CAE ; và (iv) Kết quả triển khai cho khuôn ép phun sản phẩm vỏ bình nước nóng làm bằng nhựa ABS theo đặt hàng nghiên cứu của Công ty TNHH Cơ Khí Phú Vinh.

## 2. NGUYÊN TẮC XÁC LẬP HTGN



Hình 1 : 5 Nguyên tắc xác lập HTGN [1]

Đối với khuôn ép phun nhựa, việc thiết kế HTGN được tiến hành sau giai đoạn bố trí khoang tạo hình và hệ thống cấp nhựa, do đó việc xác lập HTGN phụ thuộc vào kết cấu các tấm khuôn, hệ thống kênh dẫn nhựa đã được xác lập. Căn cứ yêu cầu giải nhiệt (chu kỳ ép phun; phân bố nhiệt trên sản phẩm sau diễn đây; yêu cầu dung sai kích thước của sản phẩm) và điều kiện kết cấu khuôn - không gian bố trí HTGN, việc xác lập HTGN được đề nghị tiến hành theo hệ thống 5 nguyên tắc như sau (hình 1) [1]:

- Nguyên tắc 1 – GN1 : Chọn phương thức giải nhiệt
- Nguyên tắc 2 – GN2 : Xác định đường kính kênh giải nhiệt
- Nguyên tắc 3 – GN3 : Xác định mật độ kênh giải nhiệt
- Nguyên tắc 4 – GN4 : Bố trí HTGN
- Nguyên tắc 5 – GN5 : Chọn chế độ giải nhiệt

### 3. CHỈ TIÊU PHÂN TÍCH CAE ĐÁNH GIÁ GIẢI PHÁP GIẢI NHIỆT

Theo [1], trên cơ sở hệ thống hóa và chọn lọc các thông số và ứng xử cơ – nhiệt đặc trưng của vật liệu nhựa trong giai đoạn giải nhiệt (cooling), kết hợp với các chỉ tiêu về chu kỳ ép phun, dung sai kích thước sản phẩm; *chỉ tiêu phân tích CAE đánh giá giải pháp giải nhiệt* được đề nghị bao gồm 4 chỉ tiêu phân tích giải nhiệt (C1-C4) và 2 chỉ tiêu phân tích cong vênh (W1-W2) (bảng 1) [1].

Bảng 1 : Chỉ tiêu phân tích CAE đánh giá giải pháp giải nhiệt [1]

TT	Chỉ tiêu phân tích	Xử lý thiết kế
<b>C</b>	<b>CHỈ TIÊU PHÂN TÍCH GIẢI NHIỆT (Cooling)</b>	
<b>C1</b>	<i>Thời gian giải nhiệt</i> (time to freeze) - phải đủ để sản phẩm đủ cứng, không bị biến dạng dưới lực đẩy lõi sản phẩm - phải đáp ứng chu kỳ ép phun.	Nếu thời gian giải nhiệt chưa đáp ứng chu kỳ ép phun, cần thay đổi thiết kế theo thứ tự ưu tiên : - (1) điều chỉnh chế độ giải nhiệt - (2) sửa đổi thiết kế kênh giải nhiệt - (3) dùng cơ cấu giải nhiệt đặc biệt
<b>C2</b>	<i>Phân bố nhiệt độ trung bình trên sản phẩm</i> - chênh lệch lớn nhất giữa nhiệt độ trung bình của sản phẩm và nhiệt độ khuôn : $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	- Sự chênh lệch lớn về nhiệt độ giữa các vùng trên sản phẩm là tác nhân chính gây nên khuyết tật lõm co (sink marks), bọt rỗng (voids), cong vênh sản phẩm(warpage). - Nếu vùng tụ nhiệt gần cuống phun thì không cần tăng cường giải nhiệt, ngược lại nếu xa cuống phun thì cần giải nhiệt thật tốt mới đảm bảo dung sai kích thước và tránh được các khuyết tật do tác nhân nhiệt. - Phân bố nhiệt là hợp lý nếu nhiệt độ tăng dần từ vùng biên xa nhất hướng về cuống phun vì với trạng thái phân bố này, áp suất ép định hình sẽ truyền được trong vật liệu nhựa theo hướng từ cuống phun đến biên sản phẩm, vật liệu sản phẩm sẽ được nén ép đều, do đó đảm bảo độ căng cho bề mặt sản phẩm. - Nếu vùng cuống phun đông đặc trước, quá trình ép định hình không có tác dụng do không truyền được áp suất ép định hình đến các phần vật liệu sản phẩm, đặc biệt các vùng xa miệng phun. Vùng vật liệu thiếu áp suất ép định hình sẽ bị co rút lớn, do đó không đảm bảo độ căng bề mặt. Mặt khác, bề mặt bị co rút lớn sẽ tách khỏi bề mặt khuôn (không còn tiếp xúc với bề mặt khuôn), nên hiệu quả dẫn nhiệt từ sản phẩm sang vật liệu khuôn rất thấp, dẫn đến phải tăng thời gian giải nhiệt.

C3	<p><b>Phân bố nhiệt độ trên kênh giải nhiệt</b>                  chênh lệch lớn nhất của nhiệt độ chất giải nhiệt giữa đầu vào và đầu ra :  <math>\pm 5\text{ }^\circ\text{C}</math> (đối với sản phẩm không yêu cầu dung sai kích thước);  <math>3\text{ }^\circ\text{C}</math> (đối với sản phẩm yêu cầu kích thước chính xác).</p>	<p>- Thể hiện phân bố nhiệt trên khuôn tại vùng bố trí kênh giải nhiệt.</p>
C4	<p><b>Phân bố nhiệt độ trên 2 mặt sản phẩm</b>                  chênh lệch lớn nhất của nhiệt độ trên 2 mặt sản phẩm:  <math>\pm 10\text{ }^\circ\text{C}</math></p>	<p>- Nếu phân bố nhiệt đều, chứng tỏ hệ thống giải nhiệt và chế độ giải nhiệt là hợp lý.                  - Nếu phân bố nhiệt không đều, cần quan tâm vùng nhiệt cao và tìm nguyên nhân tích nhiệt. Nguyên nhân có thể là hiệu quả giải nhiệt kém, hoặc do bề dày sản phẩm quá lớn, hoặc bản thân là vùng có nhiệt độ cao.</p>

W	CHỈ TIÊU PHÂN TÍCH CONG VÊNH (Warpage)	
W1	<p><b>Phân bố co rút thể tích</b>                  (volumetric shrinkage distribution)                  Kết quả phân bố tỷ lệ % co rút thể tích hỗ trợ phát hiện vị trí hình thành lõm co trên sản phẩm.                  - Để giảm cong vênh sản phẩm, phân bố co rút thể tích phải đều.</p>	<p>- Có thể giảm độ co rút thể tích bằng cách tăng áp suất và thời gian ép định hình sản phẩm.</p>
W2	<p><b>Biến dạng sản phẩm</b> (deflection)                  - Biến dạng sản phẩm sau giai đoạn giải nhiệt là biến dạng tổng hợp sau toàn bộ quá trình ép phun – khác biệt giữa kích thước khoang tạo hình và kích thước sản phẩm ngay sau khi tháo khuôn</p>	<p>Nếu biến dạng không đạt yêu cầu, cần xem xét:                  + Chênh lệch nhiệt độ giữa 2 mặt sản phẩm, nếu giá trị chênh lệch vượt quá <math>10\text{ }^\circ\text{C}</math> thì phải bố trí lại HTGN.                  + Tăng áp suất và thời gian ép định hình sản phẩm.</p>

**4. QUI TRÌNH THIẾT KẾ HTGN THEO CÔNG NGHỆ CAD/CAE**

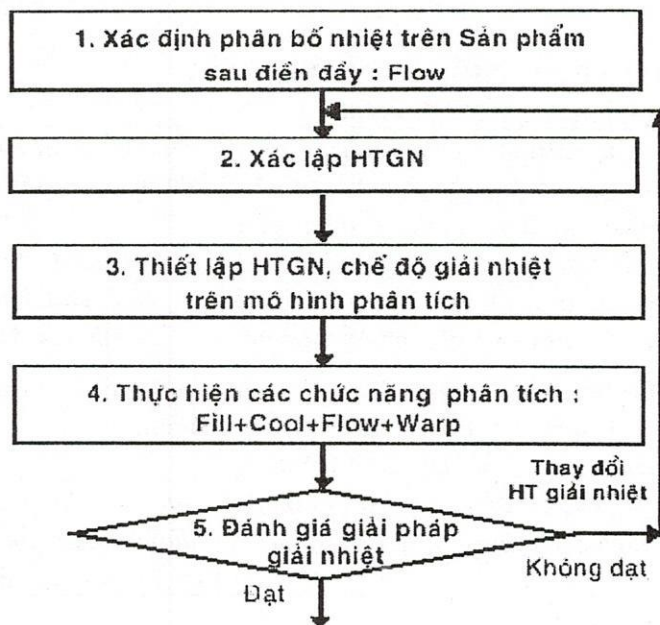
CAE trợ giúp phân tích dòng chảy (Flow) để xác định phân bố nhiệt trên Sản phẩm sau điện đẩy

Người TK chọn giải pháp giải nhiệt theo Nguyên tắc Giải nhiệt GN1-GN5

CAD/CAE trợ giúp thiết lập HT giải nhiệt và chế độ giải nhiệt trên mô hình phân tích

CAE trợ giúp phân tích toàn bộ quá trình ép phun dưới ảnh hưởng của HT giải nhiệt

Người TK ra quyết định chấp nhận / điều chỉnh, sửa đổi HT giải nhiệt nhằm đảm bảo Chỉ tiêu phân tích giải nhiệt C1-C4, W1-W2



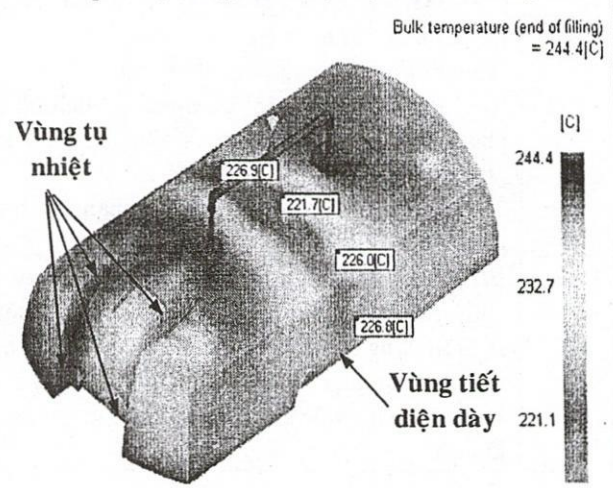
Hình 2 : Quy trình thiết kế HTGN theo công nghệ CAD/CAE [1]

Sử dụng chuỗi chức năng phân tích ép phun dưới ảnh hưởng của HTGN: Fill + Cool + Flow + Warp của phần mềm Moldflow để phân tích quá trình điền đầy (fill)– nén định hình (flow)– cong vênh (warp) sản phẩm dưới ảnh hưởng của sự giải nhiệt (cool) tính từ thời điểm nhựa được điền đầy lòng khuôn; đồng thời áp dụng Nguyên tắc xác lập HTGN (GN1-GN5) và Chỉ tiêu phân tích CAE đánh giá giải pháp giải nhiệt (C1-C4, W1-W2) nêu trên, qui trình thiết kế HTGN theo công nghệ CAD/CAE được đề nghị gồm 5 bước (hình 2) [1]:

**5. KẾT QUẢ TRIỂN KHAI [1]**


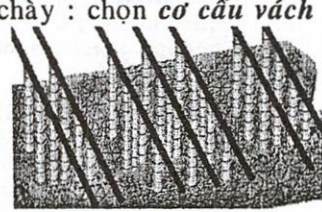
Phương pháp thiết kế được áp dụng cho khuôn ép phun sản phẩm vỏ bình nước nóng làm bằng nhựa ABS. Đây là khuôn sản phẩm kích thước lớn (kích thước sản phẩm : 746 x 362 x 197), yêu cầu chu kỳ ép phun khoảng 70 s, dung sai kích thước : 0,2 %, dung sai lắp ghép : ± 0,05. Kết quả thiết kế được tóm tắt như sau:

**A. XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ NHIỆT TRÊN SẢN PHẨM SAU ĐIỀN ĐẦY (FILLING)**

Nguyên tắc thiết kế	Giải pháp thiết kế
<p>- Sử dụng chức năng phân tích Flow để xác định phân bố nhiệt trên sản phẩm sau điền đầy.</p>	<p>- Theo phân bố nhiệt trên sản phẩm, <b>vùng có nhiệt độ cao là vùng biên quanh phần mặt lõm bên trái sản phẩm và vùng cạnh biên tiết diện dày</b>, do đó cần tăng cường giải nhiệt cho các vùng này.</p> <p>- <b>Vùng giữa sản phẩm có nhiệt độ thấp</b> nên bố trí kênh giải nhiệt thưa hơn so với 2 vùng đầu sản phẩm. <i>Hình 3 : Phân bố nhiệt trên sản phẩm sau điền đầy</i></p> 

**B. XÁC LẬP HỆ THỐNG GIẢI NHIỆT**

**B.1 Chọn phương thức giải nhiệt**

<p>- Trên tấm khuôn cối (cavity) : tấm cối thường có không gian bố trí lớn nên thường dùng phương thức giải nhiệt thông dụng - dùng kênh giải nhiệt. Ưu tiên dùng kênh giải nhiệt nối tiếp vì hiệu quả giải nhiệt cao hơn.</p>	<p>- Giải nhiệt trên tấm khuôn cối : dùng <b>kênh giải nhiệt nối tiếp</b></p> <p><i>Hình 4 : Giải pháp kênh giải nhiệt nối tiếp trên tấm khuôn cối</i></p> 
<p>- Trên tấm khuôn chày (core), khối chèn (inserts) : không gian bố trí HTGN thường hạn chế, do đó thường sử dụng các cơ cấu giải nhiệt đặc biệt như vách ngăn, ống ngăn, ống nhiệt</p>	<p>- Giải nhiệt trên tấm khuôn chày : chọn <b>cơ cấu vách ngăn</b>.</p> <p><i>Hình 5 : Giải pháp dùng vách ngăn trên tấm khuôn chày</i></p> 

**B.2 Xác định đường kính kênh giải nhiệt**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Theo yêu cầu mức độ và tốc độ giải nhiệt (tùy thuộc bề dày sản phẩm); để đảm bảo độ bền cho kết cấu khuôn và khả năng công nghệ (dụng cụ khoan), đường kính kênh giải nhiệt thường được chọn trong phạm vi <math>D \approx \downarrow 10 - \downarrow 14</math> mm.</li> <li>- Để đảm bảo giải nhiệt đều, nên chọn kích thước nhỏ, mật độ dày.</li> <li>- Để dễ gia công, chọn kích thước lớn.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kích thước khuôn lớn (1100 x 800 x 773), không gian bố trí rộng, yêu cầu giải nhiệt nhanh, giá thành gia công thấp, nên chọn đường kính kênh giải nhiệt <math>D = \downarrow 14</math></li> </ul>
--	--

**B.3 Xác định mật độ kênh giải nhiệt**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Không có nguyên tắc chính xác để xác định mật độ bố trí kênh giải nhiệt.</li> <li>- Để đảm bảo giải nhiệt đều, ưu tiên bố trí mật độ dày.</li> <li>- Để đảm bảo giải nhiệt nhanh, ưu tiên bố trí gần bề mặt sản phẩm.</li> <li>- Để đảm bảo độ bền cho kết cấu khuôn, nên chọn khoảng cách giữa hai kênh giải nhiệt <math>B \approx (2,5 - 3,5) D</math>; khoảng cách tới bề mặt sản phẩm <math>A \approx (0,8 - 1,5) B</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>D = \text{Ø}14</math>, do đó chọn</li> <li><math>B = 35 - 50</math></li> <li><math>B = 35 - 50</math>, do đó chọn</li> <li><math>A = 28 - 75</math></li> </ul>
---	---

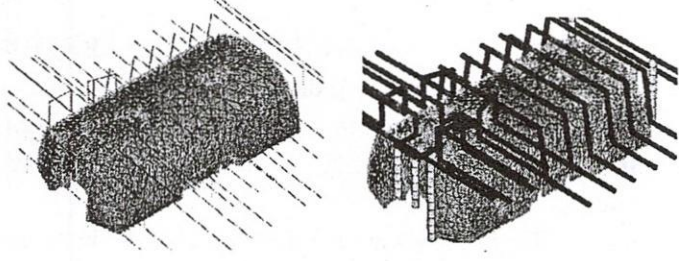
**B.4 Bố trí HTGN**

<p>Việc bố trí HTGN được tiến hành theo không gian cho phép; yêu cầu về mức độ, tốc độ giải nhiệt cụ thể trên các tấm khuôn; và dựa vào giá trị kích thước, mật độ kênh giải nhiệt tham khảo (xác định ở mục 2.2 – 2.3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Đặt kênh giải nhiệt xa kênh dẫn nhựa.</li> <li>- Cần lưu ý đến các vùng tụ nhiệt, nếu vùng đó gần cuống phun thì không cần tăng cường giải nhiệt, ngược lại nếu xa cuống phun thì cần giải nhiệt thật tốt mới đảm bảo dung sai kích thước và tránh được các khuyết tật do tác nhân nhiệt.</li> <li>- Để tăng hiệu quả giải nhiệt, cần khoan kênh giải nhiệt theo biên dạng sản phẩm.</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Kênh thẳng</th> <th>Kênh gấp khúc</th> <th>Kênh có vách ngăn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tấm cối</td> <td>15 x Ø14</td> <td>11 x Ø14</td> <td>4 x Ø20 (8 vách ngăn)</td> </tr> <tr> <td>Tấm chày</td> <td>7 x Ø14</td> <td>0</td> <td>7 x Ø20 (31 vách ngăn)</td> </tr> </tbody> </table>		Kênh thẳng	Kênh gấp khúc	Kênh có vách ngăn	Tấm cối	15 x Ø14	11 x Ø14	4 x Ø20 (8 vách ngăn)	Tấm chày	7 x Ø14	0	7 x Ø20 (31 vách ngăn)
	Kênh thẳng	Kênh gấp khúc	Kênh có vách ngăn										
Tấm cối	15 x Ø14	11 x Ø14	4 x Ø20 (8 vách ngăn)										
Tấm chày	7 x Ø14	0	7 x Ø20 (31 vách ngăn)										

**B.5 Chọn chế độ giải nhiệt**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chất giải nhiệt thông dụng là nước.</li> <li>- Nhiệt độ đầu vào thường được chọn là nhiệt độ môi trường.</li> <li>- Vận tốc chất giải nhiệt trong kênh dẫn cần đảm bảo chế độ chảy rối (<math>Re = \frac{\rho V D}{\eta} \geq 10.000</math>. Trong đó, <math>Re</math> - hệ số Reynolds; <math>\rho</math> - khối lượng riêng của chất giải nhiệt; <math>\eta</math> - hệ số nhớt của chất giải nhiệt; <math>V</math> - vận tốc dòng chảy trung bình của chất giải nhiệt; <math>D</math> - đường kính kênh giải nhiệt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nhiệt độ nước giải nhiệt: <math>25^\circ\text{C}</math></li> <li>- Lưu lượng nước giải nhiệt: <math>5,9</math> lít/phút</li> </ul>
--	---

**C. THIẾT LẬP HTGN TRÊN MÔ HÌNH PHÂN TÍCH CAE**

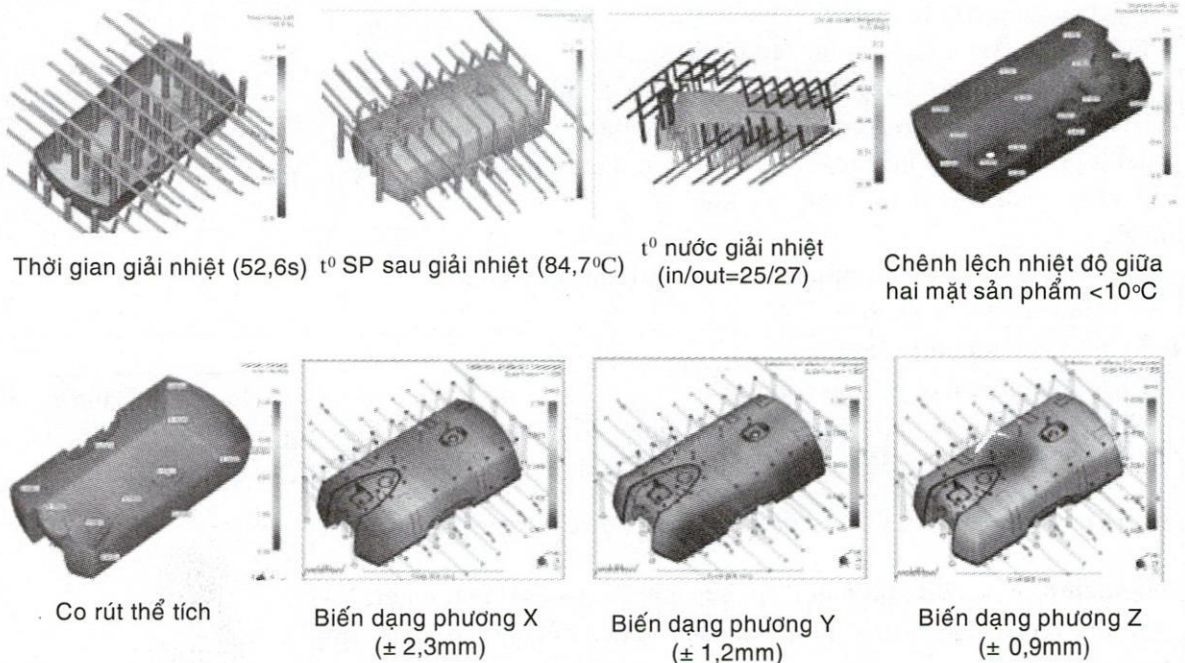
<p>Thiết lập HTGN theo 1 trong 2 cách :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trực tiếp trên phần mềm Moldflow hoặc</li> <li>- Thiết kế các đường dẫn (datum curves) – đường trục kênh giải nhiệt trên phần mềm CAD sau đó chuyển sang phần mềm Moldflow và gán thuộc tính Channel cho các đường dẫn và tạo lưới cho mô hình HTGN</li> </ul>	 <p>Hình 6 : Mô hình phân tích HTGN</p>
---	---

**D. PHÂN TÍCH GIẢI NHIỆT - CONG VÊNH**

- Phân tích quá trình ép phun dưới ảnh hưởng của HTGN bằng cách thực hiện chuỗi chức năng phân tích **Fill+Cool+Flow+Warp**
- Kết quả phân tích giải nhiệt và cong vênh (hình 7)

**E. ĐÁNH GIÁ GIẢI PHÁP GIẢI NHIỆT**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đánh giá giải pháp giải nhiệt trên cơ sở đối chiếu kết quả phân tích với chỉ tiêu phân tích giải nhiệt (C1-C4) và chỉ tiêu phân tích cong vênh (W1-W2).</li> <li>- Người thiết kế cần ra quyết định chấp nhận giải pháp giải nhiệt đã xác lập, hoặc điều chỉnh chế độ giải nhiệt hay sửa đổi đường kính, mật độ, bố trí kênh giải nhiệt nhằm đáp ứng dung sai kích thước sản phẩm và thời gian giải nhiệt yêu cầu.</li> </ul>	<p><b>Theo chỉ tiêu phân tích giải nhiệt : C1-C4, W1-W2, kết quả phân tích đáp ứng yêu cầu thiết kế :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thời gian giải nhiệt (52,6s)</li> <li>- Phân bố nhiệt độ trên sản phẩm sau giải nhiệt (84,7°C)</li> <li>- Phân bố nhiệt độ kênh giải nhiệt (In/Out = 25°C / 27°C)</li> <li>- Phân bố và chênh lệch nhiệt độ giữa hai mặt sản phẩm (&lt;10°C)</li> <li>- Phân bố co rút thể tích gần như đồng đều trên toàn bộ sản phẩm</li> <li>- Biến dạng sau giải nhiệt đảm bảo dung sai kích thước</li> </ul>
--	--



Hình 7 : Kết quả phân tích giải nhiệt- cong vênh

**6. HIỆU QUẢ ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ CAD/CAE - KẾT LUẬN**

Thông qua việc áp dụng phương pháp thiết kế CAD/CAE đối với khuôn sản phẩm vỏ bình nước nóng – khuôn sản phẩm kích thước lớn, đòi hỏi chế độ giải nhiệt hợp lý để đảm độ chính xác kích thước lắp ghép đồng thời giới hạn thời gian chu trình ép phun, có thể đánh giá một số hiệu quả như sau:

- Ngay cả với người thiết kế khuôn nhiều kinh nghiệm cũng không thể dự đoán chính xác phân bố nhiệt trên sản phẩm sau điền đầy. Đối với sản phẩm vỏ bình nước nóng, theo kinh nghiệm có thể dự đoán phân bố nhiệt chỉ tập trung quanh vị trí hai miệng phun và vùng tiết diện dày. Tuy nhiên theo phân tích CAE, còn có những vùng tụ nhiệt khác ở 2 đầu sản phẩm (hình 3). Nhiệt không chỉ tập trung

tại vùng miệng phun mà phân bố rộng từ miệng phun đến vùng biên sản phẩm. Kết quả phân tích này là cơ sở để bố trí HTGN

- Với đề nghị dùng hệ thống nguyên tắc chọn giải pháp giải nhiệt để chọn phương thức giải nhiệt; xác định đường kính, mật độ kênh giải nhiệt, bố trí HTGN; chọn chế độ giải nhiệt đáp ứng điều kiện về kết cấu khuôn, hình học sản phẩm, trạng thái phân bố nhiệt trên sản phẩm sau giai đoạn điền đầy và các chỉ tiêu phân tích CAE đánh giá phân bố nhiệt và cong vênh sản phẩm do tác nhân nhiệt, qui trình thiết kế CAD/CAE đảm bảo lựa chọn được giải pháp giải nhiệt hợp lý, đảm bảo chất lượng sản phẩm, thời gian chu kỳ sản xuất và giảm thiểu số lần lặp lại qui trình phân tích giải nhiệt.

## CAD/CAE METHOD FOR DETERMINING AN APPROPRIATE LAYOUT OF COOLING CHANNELS IN INJECTION MOLDS

Doan Thi Minh Trinh <sup>(1)</sup>, Cai Minh Giac <sup>(2)</sup>, Nguyen Van Thanh <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>University of Technology – VNU-HCM, <sup>(2)</sup>Phu Vinh Mechanical Co. , Ltd

**ABSTRACT:** *This paper presents the CAD/CAE Method for determining an appropriate layout of cooling channels in injection molds. In the proposed method, 5 principles governing cooling solution choices are utilized for Cooling Method Selection, Cooling Channels Diameter Determination, Cooling Channels Layout, and Cooling Conditions Determination; the functions Fill+Cool+Flow+Warp of Moldflow software package are utilized for cooling calculation; and proposed Cool and Warp Analysis Variables are utilized for cooling solutions evaluation. Also, the results of implementing the CAD/CAE method for the injection mold of water heating equipment cover are presented.*

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đoàn Thị Minh Trinh và các tác giả, Báo cáo nghiệm thu Đề tài NCKH-CN, 2003- 2004, Ứng dụng công nghệ CAD/CAE/CAM xác định thông số miệng phun, vùng dẫn nén khí – kích thước kênh dẫn nhựa – hệ thống giải nhiệt hợp lý cho khuôn ép phun nhựa, Sở Khoa học-Công nghệ TP.HCM, 8/2004.
- [2] Douglas M. Bryce, *Plastics Injection Molding: Mold Design and Construction Fundamentals*, Society of Mechanical Engineers, 1998.
- [3] Herbert Rees, *Mold Engineering*, Hanser Publishers, 2000.
- [4] Menges, G. - Mohren, P., *How To Make Injection Molds*, 2nd Edition, Hanser Publishers, Munich Vienna New York, 1992.
- [5] Stoeckert – Mennig, *Mold-Making Handbook*, Hanser Publishers, Munich, 1998.