

## Nghiên cứu đúc thân van nút bốn cửa dùng trong tàu biển từ hợp kim đồng Cu-Zn-Si

Đình Văn Hiến\*, Nguyễn Tuấn Anh, Mai Văn Huy, Sái Mạnh Thắng, Trần Thanh Long

Viện Tên lửa, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam.

\*Email: vanhiencompany221182@gmail.com.

Nhận bài: 27/9/2023; Hoàn thiện: 07/12/2023; Chấp nhận đăng: 06/02/2024; Xuất bản: 25/02/2024.

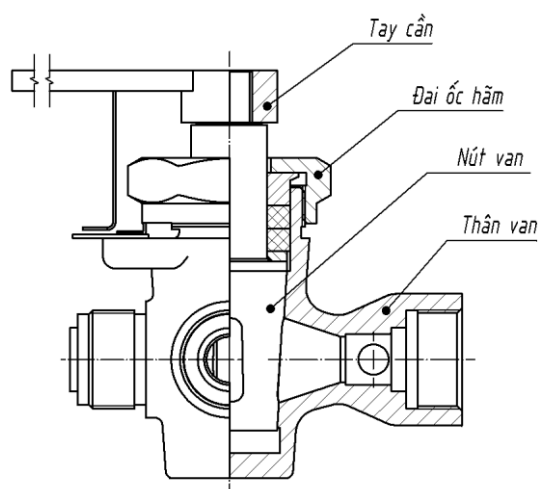
DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.93.2024.155-162>

### TÓM TẮT

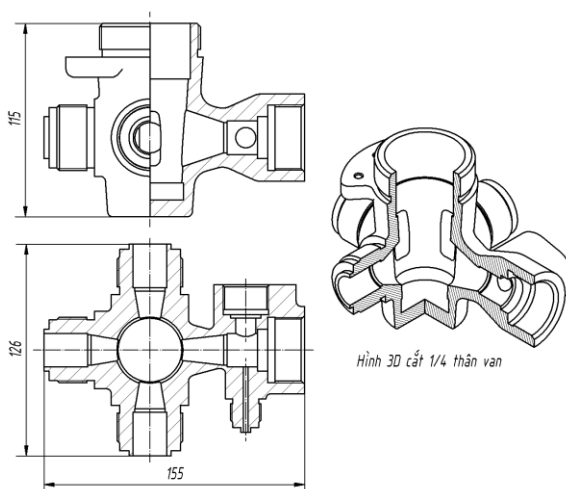
Van nút bằng hợp kim đồng được dùng để đóng ngắt mạch thủy lực/khí nén trong nhiều lĩnh vực, trong đó, có kiểu van nút 4 cửa dùng trong hệ thống cân bằng dọc của tàu biển hoạt động dưới ngầm. Van 4 cửa có ưu điểm là kết cấu đơn giản gồm thân van, nút van và các chi tiết khác. Thân van thường đúc tạo phôi, tiếp sau, gia công cơ khí và sau cùng rà kín giữa nút và thân van. Do số lượng của nhiều làm hình dạng thân van phức tạp dẫn đến việc thiết kế công nghệ đúc thân van đòi hỏi khắt khe để tránh các khuyết tật đúc như hình dạng vật đúc không đầy đủ, rỗ co, ... Trong bài báo này, giải pháp liên hợp từ tính toán thiết kế đúc đến mô phỏng phân tích trường nhiệt và các khuyết tật đúc, từ đó, lựa chọn phương án và các tham số thiết kế đúc hợp lý, sau cùng, thực nghiệm đúc để kiểm chứng. Kết quả nghiên cứu là cơ sở cho việc triển khai và hoàn thiện công nghệ đúc thân van.

**Từ khóa:** Van nút 4 cửa; Hợp kim đồng Cu-Zn-Si; Đúc thân van; Mô phỏng đúc.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ



**Hình 1.** Van nút 4 cửa trong hệ thống cân bằng dọc của tàu biển.



**Hình 2.** Bản vẽ phác thân van trong hệ thống cân bằng dọc của tàu biển.

Trong hệ thống cân bằng dọc của tàu biển hoạt động dưới ngầm (gọi tắt là tàu biển) có sử dụng van nút kiểu 4 cửa để thực hiện chức năng đóng/ngắt môi chất (nước và không khí) lưu thông giữa đuôi tàu và mũi tàu để tạo cân bằng cho tàu khi cần thiết [1]. Kết cấu và kích thước chính của van như hình 1. Phần làm việc chính của van là thân van và nút van (hình 1). Trong đó, thân van là chi tiết phức tạp, có hình dạng và kích thước bao như hình 2, được làm từ phôi đúc với thành phần hóa học như bảng 1. Dựa trên kết quả ở bảng 1, nhận thấy, vật liệu chế tạo thân van là hợp kim đồng latông Cu-Zn-Si tương đương mác đồng của Nga là ЖИ16K4 [8]. Đây là hợp kim đồng có tính đúc tốt, có độ bền và độ cứng khá cao, có khả năng chịu ăn mòn nước biển, được dùng phổ biến để chế tạo các loại van đồng.

**Bảng 1.** Thành phần hóa học vật liệu thân van và mức tương đương.

Vật liệu	Thành phần hóa học (% khối lượng)										
	Fe	Si	Mn	Ni	P	Al	Pb	Zn	Sb	Sn	Cu
<b>Thân van</b>	<b>0,031</b>	<b>4,38</b>	-	-	<b>0,0002</b>	-	<b>0,0002</b>	<b>13,73</b>	<b>&lt; 0,0005</b>	<b>0,0015</b>	<b>Còn lại</b>
Mác ЖИ16K4 ГОСТ 17711-93	≤ 0,6	3,0-4,5	≤ 0,8	≤ 0,2	≤ 0,1	≤ 0,04	≤ 0,5	12,0-19,0	≤ 0,1	≤ 0,3	Còn lại

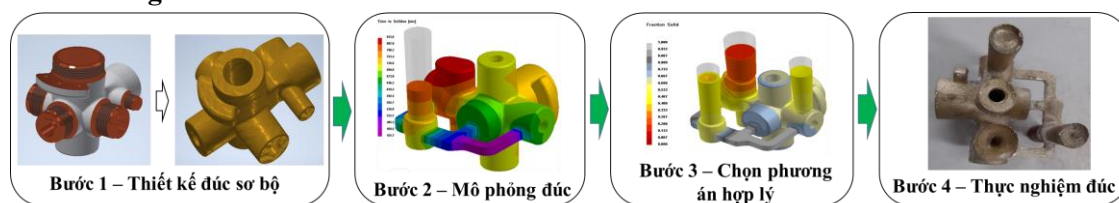
Để chế tạo thân van hoàn chỉnh, cần trải qua các bước công nghệ chính sau: Đúc phôi → xử lý nhiệt → Gia công cơ khí (tiện, phay, mài) → Rà kín giữa nút và thân van. Trong đó, công đoạn đúc tạo phôi là công đoạn quan trọng nhằm đảm bảo chất lượng phôi ban đầu về kích thước và hình dáng hình học, thành phần hóa học và nhất là khuyết tật vật đúc như rỗ xỉ (tạp chất lẫn), rỗ khí và rỗ co gây ra do thiết kế đúc chưa phù hợp. Đối với chi tiết thân van, do hình dạng phức tạp, phải làm lõi để tạo hình các lỗ cửa van nên trong nghiên cứu này, đúc trong khuôn cát được chọn cho việc phân tích và thiết kế công nghệ đúc.

Theo xu thế, việc thiết kế công nghệ đúc các sản phẩm cơ khí theo hướng: Tính toán các tham số công nghệ và khuôn theo phương pháp truyền thống, tiếp sau, sử dụng kỹ thuật mô phỏng số để khảo sát chiều sâu bên trong quá trình đúc, phân tích trường nhiệt, nhất là xác định vùng hình thành rỗ co,... Từ đó, lựa chọn phương án thiết kế đúc hợp lý nhất. Liu J.G và cộng sự [4] đã sử dụng phần mềm ESI Procast để mô phỏng và phân tích đúc giá đỡ lò xo lá bằng thép cacbon ZG310-570 (theo tiêu chuẩn GB/T 11352) trong khuôn vỏ mỏng. Bằng việc thay đổi vị trí, kích thước và hình dạng của đậu rót và đậu ngót, đã lựa chọn được phương án thiết kế đúc tối ưu, đẩy rỗ co trong vật đúc ra ngoài đậu ngót. Zheng K và cộng sự [7] cũng sử dụng phần mềm ESI Procast để mô phỏng và tối ưu công nghệ đúc vỏ đồng hồ nước bằng hợp kim đồng nhôm hệ Cu-Zn-Pb trên máy đúc trọng lực với khuôn bằng kim loại, lõi bằng cát nhựa. Lưu trình nghiên cứu theo các bước: Chi tiết → Phôi đúc → Mô phỏng đúc không đậu ngót → Mô phỏng đúc có đậu ngót → Tối ưu đậu ngót → Thực nghiệm kiểm chứng. Nhờ lưu trình nghiên cứu hợp lý, đã loại bỏ được khuyết tật rỗ co trong vật đúc. Kết quả mô phỏng được minh chứng bằng thực nghiệm và đảm bảo tương hợp.

Xuất phát từ nhu cầu chế tạo van nút 4 cửa cho tàu biển và kế thừa ý tưởng của các nghiên cứu nêu trên, bài báo này trọng tâm nghiên cứu thiết kế công nghệ đúc thân van 4 cửa trong tàu biển có bản vẽ như hình 2 theo hướng kết hợp tính toán thiết kế đúc truyền thống và mô phỏng đúc trên phần mềm ESI Procast để tìm ra phương án đúc phù hợp, sau cùng, thực nghiệm đúc để đánh giá và kiểm chứng. Các dự báo vùng hình thành rỗ co dựa trên lý thuyết được cung cấp theo phần mềm, được trình bày trong tài liệu [3, 6].

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Sơ đồ nghiên cứu

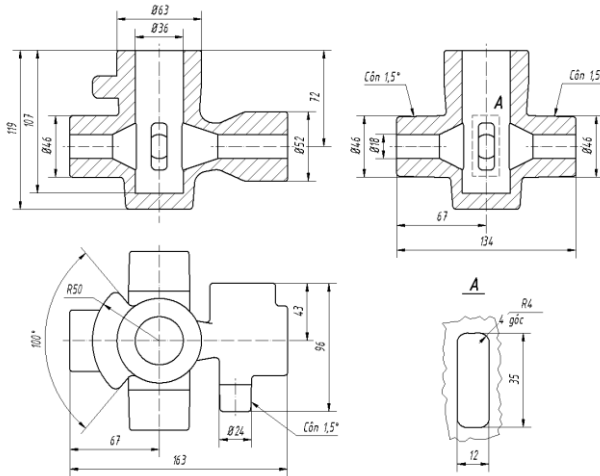


**Hình 3.** Sơ đồ nghiên cứu đúc thân van.

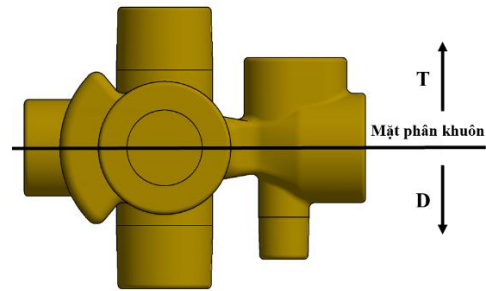
Để tìm phương án thiết kế đúc thân van hợp lý, quá trình nghiên cứu được tiến hành gồm 4 bước như hình 3, từ tính toán thiết kế đúc sơ bộ, tiếp sau, lập các phương án bố trí đậu ngót khác nhau và tìm phương án kết cấu vật đúc hợp lý nhất (không rỗ co), sau cùng, tiến hành thực nghiệm để nghiệm chứng kết quả.

## 2.2. Thiết kế đúc sơ bộ

- **Phôi đúc và mặt phân khuôn:** Từ bản vẽ chi tiết, bản vẽ phôi đúc thân van được xây dựng có xét đến lượng dư cho gia công cơ khí và lượng dư công nghệ (hình 4). Từ bản vẽ phôi đúc được thiết lập, nhằm xác định vị trí vật đúc trong khuôn, quá trình tạo mẫu và rút mẫu khỏi khuôn thuận lợi, cũng như thuận tiện cho việc lắp ráp lõi, đặt hệ thống dẫn kim loại lỏng,... mặt phân khuôn được chọn là mặt phẳng phân đôi phôi đúc như hình 5. Với bề mặt phân khuôn được chọn, khuôn đúc sẽ là dạng khuôn 2 nửa.

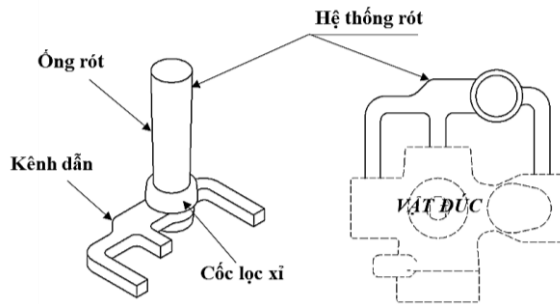


Hình 4. Bản vẽ phác phôi đúc thân van.

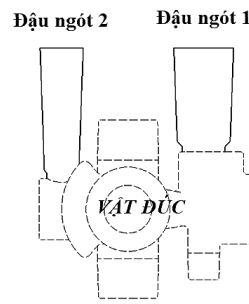


Hình 5. Vị trí mặt phân khuôn.

- **Hệ thống rót:** Trên cơ sở tài liệu thiết kế đúc [2], từ khối lượng vật đúc (~ 4,6 kg), hệ thống rót được thiết kế và bố trí có vị trí tương đối so với vật đúc như hình 6. Ống rót dạng ống côn, có tiết diện nhỏ nhất ~ 600 mm<sup>2</sup>, tương ứng với đường kính  $\Phi 28$  mm, kênh dẫn nằm ở vị trí khuôn dưới có tiết diện ~ 400 mm<sup>2</sup> được chia đều làm 3 kênh. Ngoài ra, còn có cốc lọc xỉ được bố trí nằm dưới chân ống rót.



Hình 6. Hệ thống rót.



Hình 7. Hệ thống đậu ngót.

- **Hệ thống đậu ngót:** Dựa trên nguyên tắc về thiết kế đậu ngót, từ đặc điểm phôi đúc thân van, chọn kiểu đậu ngót là đậu ngót hờ, thể tích đậu ngót được tính toán sơ bộ ~ 200 mm<sup>3</sup>. Chiều cao tương đối (tỷ lệ chiều cao/đường kính) của đậu ngót phụ thuộc vào chiều cao của khuôn, tức là phụ thuộc vào khoảng cách từ mặt vật đúc đến mặt ngoài khuôn. Đối với trường hợp thân van, chiều cao tương đối của đậu ngót được chọn dao động từ 1,5 - 2. Về vị trí bố trí đậu ngót, có thể bố trí đậu tại vị trí 1 - hình 7 do vị trí này tập trung nhiều kim loại, thành vật đúc dày dễ tạo nút nhiệt tập trung, ngoài ra, có thể xem xét bổ sung tại vị trí 2 để tăng hiệu quả bù ngót cho phần tai của thân van, nơi cũng có nguy cơ tập trung nhiệt sau cùng, dễ bị rỗ co.

## 2.3. Kế hoạch mô phỏng đúc

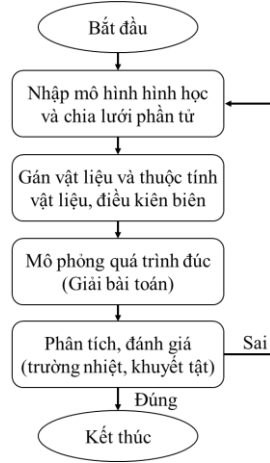
- **Kế hoạch mô phỏng đúc:** Để phân tích quá trình đúc, xem xét nguy cơ hình thành khuyết tật

đúc và đảm bảo tính logic của nghiên cứu, một kế hoạch mô phỏng đúc thân van được thiết kế theo sơ đồ hình 8, cụ thể gồm các phương án sau:

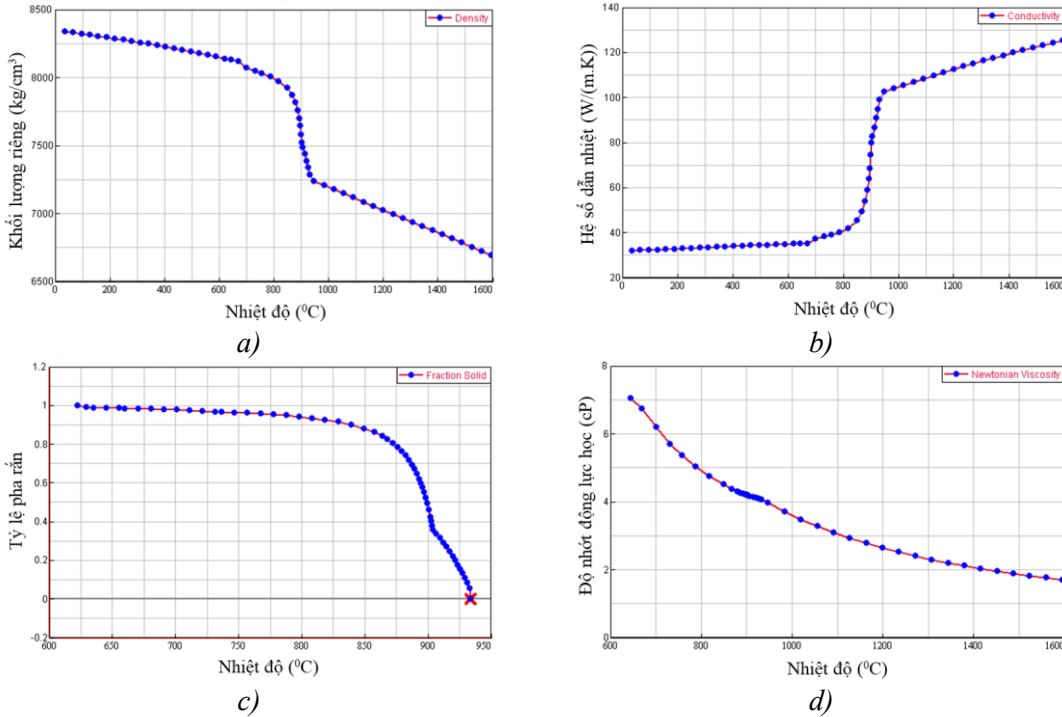
+ *Phương án 1: Không sử dụng đậu ngót.*  
 Để đánh giá các vùng hình thành nút nhiệt, nguy cơ gây ra rỗ co, phương án mô phỏng đúc với hệ thống rót như hình 6, nhưng không sử dụng đậu ngót được tiến hành.

+ *Phương án 2: Sử dụng 1 đậu ngót.* Ở phương án này, đậu ngót được sử dụng với một đậu được bố trí trên vật đúc tại vùng có thành dày nhất (vị trí 1 – hình 7) để xem xét khả năng bù ngót cho toàn vật đúc. Nếu phương án 2 đạt yêu cầu, phương án sẽ được chọn.

+ *Phương án 3: Sử dụng 2 đậu ngót* (hình 7). Trường hợp, ở phương án 2, nguy cơ hình thành khuyết tật trong vật đúc vẫn xuất hiện, phương án 3 với hai đậu ngót được bố trí như ở hình 7 sẽ được triển khai.



Hình 8. Sơ đồ mô tả kế hoạch mô phỏng tìm kiếm phương án đúc thân van hợp lý.



Hình 9. Phụ thuộc vào nhiệt độ của hợp kim đồng đúc thân van:

a - Khối lượng riêng; b - Hệ số dẫn nhiệt; c - Tỷ lệ pha rắn; d - Độ nhớt động lực học.

- **Thuộc tính nhiệt - lý của hợp kim đúc:** Dựa vào thành phần hợp kim phân tích trình bày ở bảng 1 và lý thuyết nhiệt động học chuyển pha được cung cấp theo phần mềm, một số tính chất nhiệt lý của hợp kim được xác định như sau: nhiệt độ đông đặc lý thuyết 933 °C; nhiệt dung riêng trung bình 0,38 KJ/(kg.K); biến thiên khối lượng riêng, hệ số dẫn nhiệt, tỷ lệ pha rắn và độ nhớt động lực học theo nhiệt độ trình bày ở hình 9.

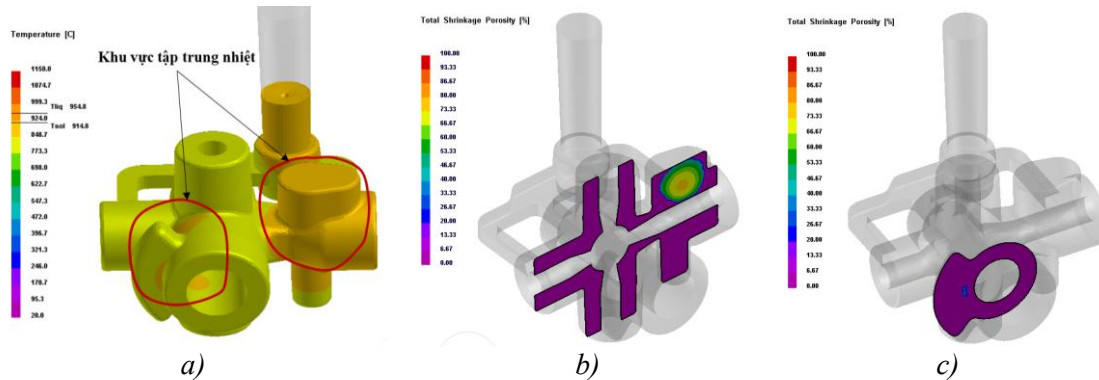
- **Điều kiện biên mô phỏng:** Vật liệu đúc là hợp kim đồng có thành phần như bảng 1, nguyên lý đúc kiểu đúc trọng lực với hỗn hợp làm khuôn bằng cát nước thủy tinh, có các điều kiện biên

tương ứng như sau: gia tốc trọng trường,  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ; nhiệt độ ban đầu của khuôn:  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; khuôn được làm nguội trong không khí; nhiệt độ kim loại lỏng khi rót được chọn cao hơn nhiệt độ nóng chảy của hợp kim khoảng  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ , tức là khoảng  $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hệ số trao đổi nhiệt giữa vật đúc và khuôn được chọn dựa vào lập luận sau: Theo tài liệu [5], hệ số trao đổi nhiệt ( $h$ ) giữa vật đúc bằng nhôm và khuôn cát là  $200 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ . Biết rằng, hệ số trao đổi nhiệt phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó, phụ thuộc tuyến tính vào hệ số dẫn nhiệt của vật liệu đúc. Trong khi đó, hệ số dẫn nhiệt của nhôm khoảng  $230 \div 240 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , còn hệ số dẫn nhiệt của hợp kim đúc khoảng  $30 \div 110 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  ở nhiệt độ  $200 \div 1100 \text{ }^\circ\text{C}$  (xem hình 9b). Vì thế, giá trị hệ số trao đổi nhiệt của hợp kim đúc và khuôn cát có thể chọn giá trị thấp khoảng dưới  $100 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ . Vì lý do đó, trong bài báo, giá trị  $h = 50 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$  được chọn cho các tính toán mô phỏng đúc.

### 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

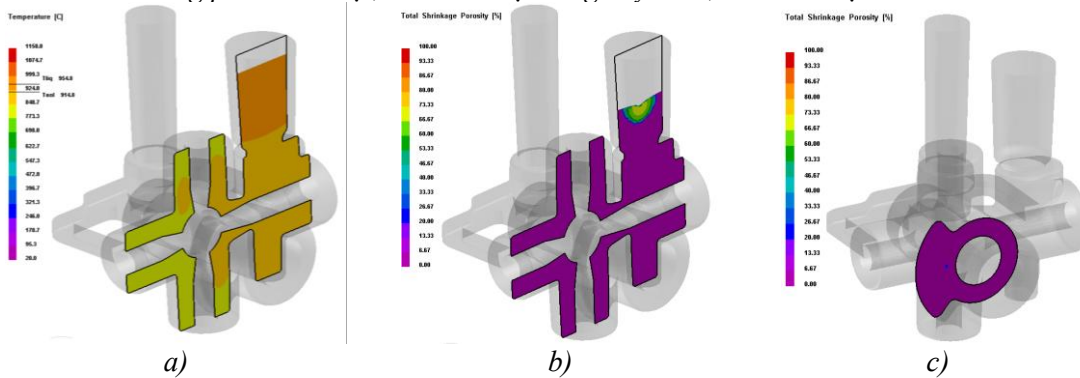
#### 3.1. Kết quả mô phỏng đúc

Đối với phương án 1, do không có đậu ngót, vùng nút nhiệt trong vật đúc xuất hiện tại hai vị trí như hình 10a. Như vậy, tại tâm các vùng tập trung nhiệt này là nơi xuất hiện rỗ co (hình 10b và hình 10c). Rõ ràng, việc tạo thành các rỗ co tại các khu vực nêu trên không chỉ ảnh hưởng xấu tới chất lượng vật đúc mà còn ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt sau gia công cơ khí.



**Hình 10.** Kết quả mô phỏng đúc theo phương án 1:

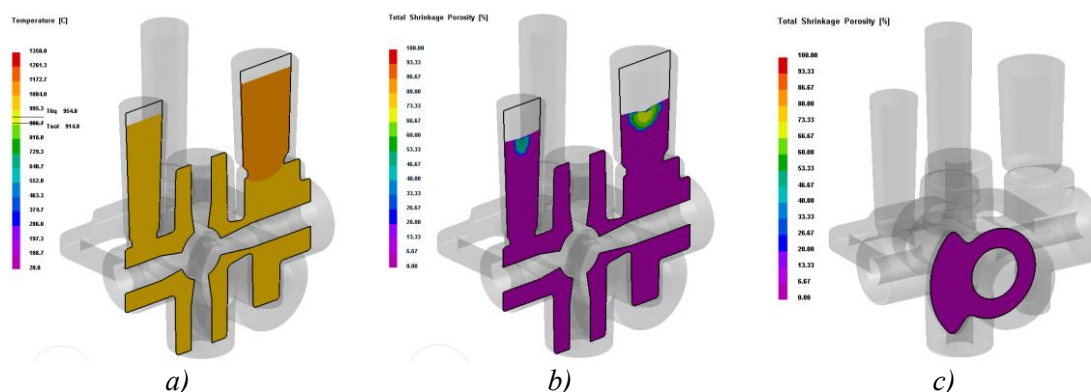
a - Trường phân bố nhiệt; b - Rỗ co tại vùng dày nhất; c - Rỗ co tại tâm vành tai.



**Hình 11.** Kết quả mô phỏng đúc theo phương án 2:

a - Trường phân bố nhiệt; b - Rỗ co tại đậu ngót; c - Rỗ co tại tâm vành tai.

Đối với phương án số 2, do đậu ngót được bố trí ở phần dày nhất trên vật đúc, nên nút nhiệt tại vùng này được kéo ra ngoài- nằm trên đậu ngót (hình 11a), nên vùng rỗ co tạo thành xuất hiện tại khu vực đậu (hình 11b). Tuy vậy, tại vùng tâm vành tai vẫn xuất hiện rỗ co (hình 11c), nhưng nhỏ hơn đáng kể so với phương án 1. Điều này chứng tỏ, với việc bố trí 1 đậu ngót tại vùng dày đã cải thiện đáng kể nguy cơ hình thành rỗ co trong vật đúc song chưa triệt để.



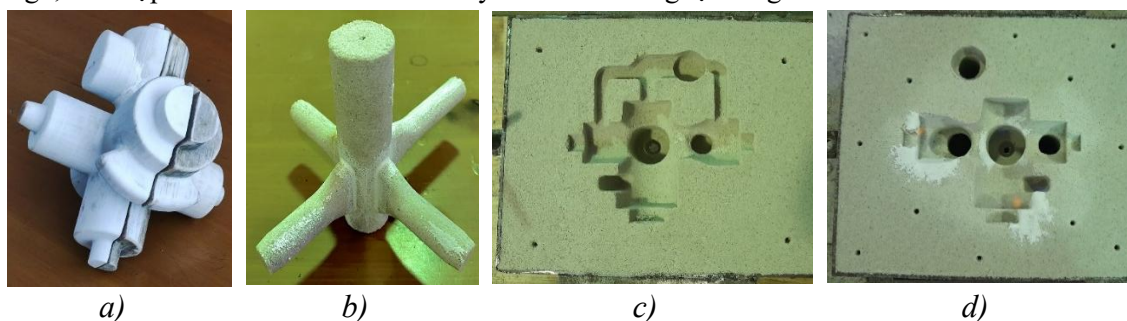
**Hình 12.** Kết quả mô phỏng đúc theo phương án 3:

a - Trường phân bố nhiệt; b - Rỗ co tại đầu ngót; c - Rỗ co không xuất hiện tâm vành tai.

Đối với phương án 3, quan sát ảnh đồ phân bố nhiệt và vùng tạo rỗ co (hình 12) cho thấy, vùng nút nhiệt và khuyết tật rỗ co được đẩy hoàn toàn ra khỏi vật đúc và tập trung hoàn toàn vào vị trí đầu ngót. Như vậy, với việc bố trí 2 đầu ngót đã khắc phục triệt để nguy cơ hình thành rỗ co trong vật đúc, đồng thời cũng tạo hướng dòng đặc cho vật đúc, góp phần cải thiện độ đồng đều về thành phần và tính chất vật đúc do thiên tích gây ra.

### 3.2. Thực nghiệm đúc

Từ kết quả mô phỏng đúc, phương án thiết kế vật đúc số 3 được chọn để thiết kế đúc và thực nghiệm. Một số hình ảnh về bộ mẫu, lõi, khuôn đúc chỉ ra ở hình 13. Bộ mẫu và khuôn làm lõi được in 3D bằng nhựa PLA, hòm khuôn được hàn từ thép tấm, mẫu hệ thống rót và ngót được làm từ gỗ, hỗn hợp làm khuôn là cát nước thủy tinh-hóa rắn nguội bằng khí CO<sub>2</sub>.



**Hình 13.** Làm khuôn đúc: a - Bộ mẫu; b - Lõi; c - Khuôn dưới; d - Khuôn trên.

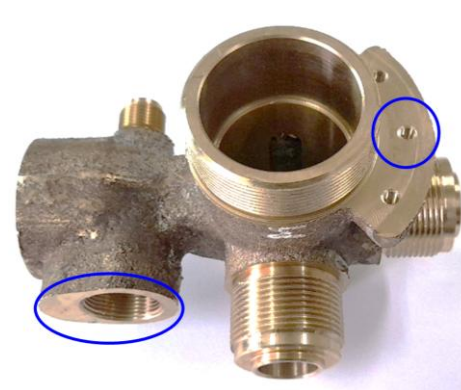
Trên cơ sở các kết quả đạt được, đã triển khai thăm dò nấu luyện mác đồng làm van (ЖИ16К4) trong lò cảm ứng trung tần cỡ nhỏ (dung tích 50 kg) và thực hành đúc tại Bộ môn kỹ thuật gang thép/Khoa kỹ thuật vật liệu/Trường vật liệu/Đại học BKHN. Nồi nấu đúc đồng trung gian là nồi graphite dung tích 12 kg. Nguyên liệu luyện mác hợp kim đồng là đồng dây sạch (7,5 kg), kẽm nguyên chất (1,6 kg) và kim loại silíc (0,36 kg). Để hạn chế cháy hao kim loại, chất tạo xỉ che phủ được chọn là than hoa và để loại bỏ khí hòa tan trong kim loại lỏng dùng phương pháp xục khí Argon trực tiếp. Kết quả thành phần hóa mác đồng sau nấu luyện chỉ ra ở bảng 2, một số hình ảnh về làm khuôn, đúc rót, thổi sau đúc và sau gia công cơ khí chỉ ra ở hình 13 và hình 14.

**Bảng 2.** Thành phần hóa học mẫu đúc thân van.

Vật liệu	Thành phần hóa học (% khối lượng)										
	Fe	Si	Mn	Ni	P	Al	Pb	Zn	Sb	Sn	Cu
<b>Mẫu đúc thân van</b>	<b>0,0249</b>	<b>3,14</b>	-	<b>0,0801</b>	<b>0,0156</b>	<b>0,036</b>	-	<b>13,4</b>	-	-	<b>Còn lại</b>



**Hình 14.** Đúc phối thân van nút 4 cửa.



**Hình 15.** Thân van sau gia công cơ khí.

• Một số kết quả đạt được:

- Thành phần hóa học của mẫu đúc thân van nằm trong giới hạn cho phép của mức đồng ЖЦ16K4 theo ГОСТ 17711-93;

- Kích thước và hình dáng vật đúc đạt yêu cầu theo thiết kế;

- Vật đúc điền đầy tốt, không thấy xuất hiện các khuyết tật do thiếu kim loại, nhất là tại các vị trí cao của vật đúc, các góc khuôn và các gờ chuyển tiếp đột ngột của vật đúc;

- Khu vực ngót (rỗ co) nhiều nhất xuất hiện tại đầu ngót lớn, chiều cao ngót từ mặt khuôn đến điểm cao nhất của đầu sau ngót khoảng 25 mm, hình dạng vùng ngót có dạng hình nón, chiều sâu khoảng 30 mm khá tương đồng với kết quả mô phỏng.

- Sau gia công cơ khí, không thấy xuất hiện các khuyết tật rỗ khí, rỗ co tại vùng dày nhất và vùng vành tai của thân van (vị trí khoanh màu xanh – hình 15).

Tuy nhiên, một nhược điểm chính của vật đúc là bề mặt còn xù xì, chưa đẹp do độ bền và độ nhẵn bề mặt khuôn chưa cao. Với kết quả đạt được có thể khẳng định rằng, phương pháp nghiên cứu thiết kế đúc thân van thực hiện trong bài báo là hợp lý. Tuy vậy, để hoàn thiện công nghệ, cần tiếp tục nghiên cứu, trước hết là giải quyết tồn tại kỹ thuật đã nêu.

#### 4. KẾT LUẬN

Bằng việc kết hợp giữa thiết kế đúc truyền thống với áp dụng kỹ thuật mô phỏng đúc với các phương án bố trí đầu ngót khác nhau đã tìm ra được phương án thiết kế đúc thân van nút 4 cửa hợp lý với hệ thống rót gồm 3 kênh, hệ thống đầu ngót gồm 2 đầu ngót hở bố trí trên vùng dày vật đúc và sát vùng vành tai của thân van. Từ đó, đã hiện thực thiết kế đúc thân van, thực hành làm khuôn và nấu luyện mức đồng làm thân van ЖЦ16K4 để kiểm chứng. Kết quả thành phần hóa học mức đồng nấu luyện đạt yêu cầu, chất lượng phối đúc thân van đạt theo thiết kế, từ đó, đã khẳng định được tính hợp lý của phương pháp nghiên cứu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hướng dẫn sử dụng 06361-902-562TO, “Hệ thống cân bằng dục” (bản dịch).
- [2]. Nguyễn Xuân Bông, Phạm Quang Lộc, “Thiết kế đúc”, NXB Khoa Học và Kỹ thuật, (1978).
- [3]. ESI Group 2013 ProCAST 2013.5: *User's Manual* (Paris: ESI Group).
- [4]. Liu J.G, Yang L, Fang X.G, Li B, Yang Y.W, Fang L.Z, Hu Z.B, “Numerical simulation and optimization of shell mould casting process for leaf spring bracket”, *China Foundry* 17, 35–41, (2020).
- [5]. Machuta J, Nova I, “Analysis of heat transfer conditions in the sand and metal moulds and their effect on solidification of the casting”, *Manufacturing Technology* 16(2), 380-384, (2016).
- [6]. Niyama E, Uchida T, Morikawa M, Saito S, “A method of shrinkage prediction and its application to steel casting practice”, *AFS Int. Cast Metals J* 7, 52–63, (1982).

- [7]. Zheng K, Lin Y, Chen W, Liu L, “Numerical simulation and optimization of casting process of copper alloy water-meter shell”, *Advances in Mechanical Engineering* 12(5), 1–12, (2020).
- [8]. ГОСТ 17711-93 “Сплавы медно-цинковые (латуни) литейные. Марки”.

#### **ABSTRACT**

#### **Study on the casting of a 4-way plug valve body in a submarine from Cu-Zn-Si copper alloy**

*Copper alloy plug valves are used to close and switch hydraulic/pneumatic circuits in many fields, including 4-port plug valves used in the vertical balancing system of submarines. The 4-port plug valve has the advantage of a simple structure, including a body, plug, and other details. The valve body is usually manufactured by casting, then mechanically processed, and finally lapped between the plug and the body surface to seal. Due to the large number of ports, the valve body shape is complex, leading to the casting design of the valve body requiring strict requirements to avoid casting defects such as incomplete casting shape, shrinkage, gas porosity, etc. In this paper, the solution combines calculating the casting design to simulate and analyze the thermal field and casting defects, from there, choosing a reasonable casting design option and parameters, and finally, making the casting experiment for validation. The research results are the basis for implementing and perfecting valve body casting technology.*

**Keywords:** 4-port plug valve; Cu-Zn-Si copper alloy; Casting valve body; Casting simulation.