

Ảnh hưởng của chế độ xử lý nhiệt đến tính chất của tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5

Ngô Minh Tiến*, Phùng Khắc Nam Hồ, Nguyễn Thị Phương, Phan Thanh Xuân, Trần Văn Chinh, Lê Thanh Bắc, Nguyễn Văn Bằng, Nguyễn Thị Hoài Phương

Viện Hóa học-Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

*Email: tienngominh.klh@gmail.com.

Nhận bài ngày 05/01/2022; Hoàn thiện ngày 10/3/2022; Chấp nhận đăng ngày 10/4/2022.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.78.2022.114-118>

TÓM TẮT

Trong bài báo này, nghiên cứu ảnh hưởng của một số chế độ xử lý nhiệt đến tính chất của tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 nấu luyện từ la tông loại bỏ. Một số chế độ xử lý nhiệt trong quá trình chế tạo tấm hợp kim la tông silic như: ủ đồng đều sau nấu đúc, ủ kết tinh lại sau cán tấm. Hợp kim sau mỗi chế độ xử lý nhiệt được tiến hành đánh giá tổ chức tế vi và các chỉ tiêu cơ tính. Tấm hợp kim la tông LK75-0,5 sau khi chế tạo có các chỉ tiêu tính chất: la tông 1 pha, độ cứng 71 HB, giới hạn bền kéo 34 kG/mm², độ giãn dài tương đối 52%, tương đương với tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 nhập khẩu của Trung Quốc hoặc Nga.

Từ khóa: Hợp kim latong LK75-0,5, ủ đồng đều thành phần, ủ kết tinh lại, các tính chất cơ lý.

1. MỞ ĐẦU

Trước đây, vật liệu làm vỏ liềm của Nga, Trung Quốc,... thường là hợp kim đồng la tông L68, L70, L72,... theo tiêu chuẩn của Nga. Tuy nhiên, xu hướng hiện nay máy hợp kim la tông L68 được thay thế bằng hợp kim la tông silic LK75-0,5 do vật liệu này có cơ tính và tính công nghệ tốt, khả năng bảo quản lâu dài, nhất là trong điều kiện khí hậu nóng ẩm ở nước ta [1]. Trên thế giới, có rất ít công trình nghiên cứu về máy hợp kim này được công bố rộng rãi. Trong những năm gần đây, ở nước ta có nhiều công trình nghiên cứu về vấn đề liên quan đến vật liệu hợp kim la tông silic LK75-0,5 [2, 3]. Tuy nhiên, vấn đề ảnh hưởng của một số chế độ xử lý nhiệt như: ủ đồng đều thành phần sau khi nấu đúc bằng khuôn kim loại từ la tông loại bỏ, ủ kết tinh lại sau khi cán tấm cho tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 chưa được công bố rõ ràng [4-6]. Nhà máy Cơ khí 83 hiện đang sử dụng rất nhiều các tấm hợp kim la tông silic nhập khẩu của Trung Quốc có thành phần tương đương máy JK75-0,5 (Nga), phối tấm nhập khẩu của Trung Quốc có tổ chức 1 pha α , độ cứng 55 ÷ 75 HB, giới hạn bền kéo $\sigma_b = 31 \div 35$ kG/mm², độ giãn dài tương đối > 50%. Để chủ động, giảm chi phí trong quá trình sản xuất, nhà máy đang tìm nguồn nguyên liệu sản xuất trong nước để thay thế, có chất lượng ổn định tương đương nhập khẩu. Do đó, trong bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số chế độ xử lý nhiệt đến tính chất của tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 nấu luyện từ nguồn la tông loại bỏ, đảm bảo chất lượng tương đương với tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 nhập khẩu của Trung Quốc hoặc Nga.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Các thiết bị, vật tư nghiên cứu

- Lò nung, ủ đồng đều, tấm kim loại CR-MJ1400 °C, Trung Quốc;
- Lò ủ kết tinh lại Nabertherm HT16/18, Đức;
- Máy phay kim loại Hitachi, Nhật Bản;
- Máy cán kim loại, Trung Quốc;
- Kính hiển vi AXIO A2M, Đức;
- Máy đo độ cứng HP0250, Đức;
- Máy thử kéo, giãn dài DZ-20, Đức;
- Máy cắt mẫu Struers tốc độ cắt từ 100 ÷ 400 vòng/phút của Đan Mạch;

Nghiên cứu khoa học công nghệ

- Máy đánh bóng Beta hãng Buehler, Mỹ, tốc độ quay 400 ÷ 500 vòng/phút;
- Giấy ráp hạt SiC có cấp độ hạt khác nhau từ 400 ÷ 2000, Kovax, Nhật Bản;
- Bột đánh bóng Al₂O₃, cỡ hạt 0,03 ÷ 0,05 μm, Xilong, Trung Quốc;
- Tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 nấu luyện từ la tông loại bỏ, kích thước (D × R × C): 400 × 160 × 36 mm;
- Các loại hóa chất thí nghiệm khác: H₂SO₄, FeCl₃, Glycezol, HCl, nước cất,...

2.2. Chế tạo và phân tích mẫu

2.2.1. Chế tạo mẫu nghiên cứu

- Mẫu nghiên cứu là các tấm hợp kim đồng la tông silic LK75-0,5 được nấu đúc từ la tông LK75-0,5 (Nga) loại bỏ tại Trung tâm Nghiên cứu và Triển khai ứng dụng công nghệ - Viện Khoa học và Công nghệ Mô - Luyện kim, thành phần hóa học như trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5.

Mác hợp kim	Thành phần hóa học, %								
	Cu	Zn	Si	P	Fe	Sn	Pb	Sb	ΣZ _{td}
LK75-0,5	73,03	26,28	0,53	0,009	0,020	0,025	0,015	0,044	30,89

- Các tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 sau khi đúc được ủ đồng đều tại nhiệt độ 600 ÷ 650 °C, tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút, thời gian giữ nhiệt 2 h đến 3h, làm nguội cùng lò về nhiệt độ phòng.
- Phay phẳng các mặt về dày 31 ÷ 32 mm, cán tấm tại nhiệt độ khoảng 750 °C về kích thước mong muốn dày từ 20 mm đến 23 mm (mức độ cán biến dạng khoảng 30%).
- Ủ kết tinh lại tại nhiệt độ 650 °C, tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút, thời gian giữ nhiệt 2 h, nguội cùng lò về nhiệt độ phòng.

2.2.2. Phân tích mẫu nghiên cứu

- Xác định tổ chức tế vi bằng thiết bị hiển vi quang học AXIO A2M, Đức. Dung dịch tẩm thực là: 5 g FeCl₃ + 50 ml Glycezol + 10 ml HCl + 30 ml H₂O + 1 ÷ 2 giọt H₂SO₄; thời gian tẩm thực từ 10 đến 60 giây; mẫu kích thước (D × R × C): 10 × 10 × 5 mm.
- Xác định độ cứng bằng thiết bị HP0250. Mẫu xác định độ cứng kích thước (D × R × C): 20 × 20 × 10 mm.
- Xác định cơ tính bằng thiết bị thử kéo, giãn dài DZ-20 theo tiêu chuẩn TCVN 197-1:2014 tương đương ISO 6892-1:2009.
- Các giá trị độ cứng, giới hạn bền kéo, độ giãn dài tương đối được lấy theo giá trị trung bình của 5 mẫu nghiên cứu tại cùng chế độ. Sai số các phương pháp đo: độ cứng ±1 HB, giới hạn bền kéo ±1 kG/mm², độ giãn dài tương đối ±2%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ủ đồng đều thành phần

Đánh giá ảnh hưởng của quá trình ủ đồng đều thành phần ở các chế độ xử lý nhiệt khác nhau đối với hợp kim la tông silic LK75-0,5 sau khi đúc đến tổ chức tế vi, tính chất cơ học bằng các thiết bị hiển vi quang học và thiết bị đo độ cứng, giới hạn bền kéo, độ giãn dài. Kết quả phân tích được thể hiện trên hình 1 và bảng 2.

Trên hình 1, quan sát bề mặt mẫu sau khi nấu đúc nhận thấy có tổ chức tế vi dạng nhánh cây do quá trình đúc khuôn kim loại nguội nhanh gây ra. Điều này được lý giải do trong dung dịch lỏng gồm nhiều nguyên tố hợp kim có nhiệt độ nóng chảy khác nhau (ví dụ: T_{ncCu} = 1083 °C, T_{ncZn} = 420 °C, T_{ncSi} = 1410 °C), quá trình kết tinh trong khuôn kim loại dẫn đến kim loại lỏng nguội nhanh ở thành khuôn hơn tâm mẫu và các nguyên tố có nhiệt độ nóng chảy cao silic, đồng sẽ kết tinh trước, còn các nguyên tố như kẽm có nhiệt độ nóng chảy thấp kết tinh sau, gây ra hiện

tượng thiên tích nhánh cây. Khi ủ đồng đều thành phần tại nhiệt độ ủ 600 °C, giữ nhiệt trong 2 h thì các nhánh cây bắt đầu có hiện tượng hòa tan, tuy nhiên, mức độ hòa tan này chưa cao, vẫn còn nhiều nhánh cây. Điều này được lý giải do khi đúc quá trình nguội rất nhanh từ kim loại lỏng, đặc biệt là đúc bằng khuôn kim loại, do đó, gây ra sự thiên tích thành phần (hay còn gọi là thiên tích nhánh cây), tổ chức không cân bằng. Khi ủ đồng đều đã diễn ra hiện tượng khuếch tán các nguyên tố kim loại để đưa hợp kim trở về trạng thái cân bằng, ổn định hơn, phân bố thành phần đồng đều trong toàn bộ tấm đúc, các nhánh cây dần mất đi. Khi nhiệt độ ủ đồng đều nâng lên đến 650 °C, giữ nhiệt trong 2 h thì mức độ hòa tan lớn hơn nhiều, các nhánh cây đã dần mất đi, tuy nhiên, vẫn còn dấu tích nhánh cây trong mẫu. Khi thực hiện ủ tại 650 °C, kéo dài thời gian giữ nhiệt lên 3 h thì các nhánh cây đã mất đi hoàn toàn, tổ chức tế vi là một pha, không còn nhánh cây được hình thành trong quá trình đúc.



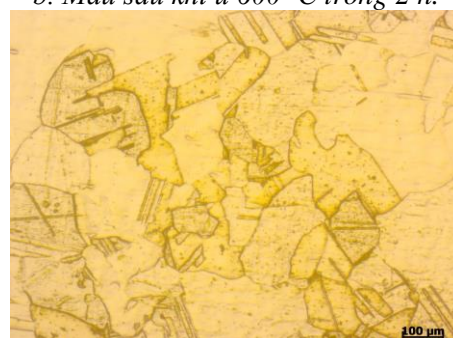
a. Mẫu sau khi đúc.



b. Mẫu sau khi ủ 600 °C trong 2 h.



c. Mẫu sau khi ủ 650 °C trong 2 h.



d. Mẫu sau khi ủ 650 °C trong 3 h.

Hình 1. Ảnh tổ chức tế vi mẫu trước và sau khi ủ đồng đều thành phần (X50).

Bảng 2. Cơ tính của tấm hợp kim la tông LK75-0,5 sau khi ủ đồng đều thành phần.

Chế độ ủ đồng đều	Tính chất cơ học		
	Độ cứng trung bình, HB	Giới hạn bền kéo trung bình, kG/mm ²	Độ giãn dài tương đối trung bình, %
Mẫu sau khi đúc (chưa ủ)	46	25	65
600 °C, giữ nhiệt 2 h	47	26	68
650 °C, giữ nhiệt 2 h	49	28	72
650 °C, giữ nhiệt 3 h	51	29	75

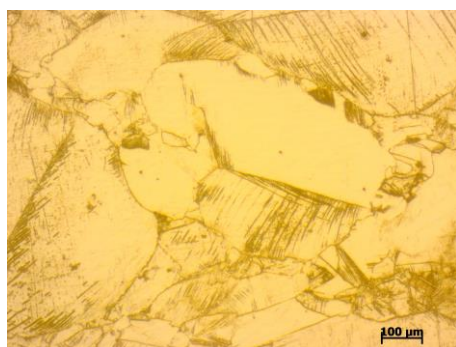
Qua bảng 2 nhận thấy, các mẫu sau khi ủ đồng đều thành phần có các chỉ tiêu cơ tính cao hơn so với mẫu sau khi đúc, đặc biệt là giới hạn bền kéo và độ giãn dài tương đối tăng đáng kể. Điều này được lý giải do khi ủ đồng đều thành phần, toàn bộ tấm hợp kim là đồng đều thành phần hơn so với mẫu khi đúc (không còn tổ chức nhánh cây), các tính chất cơ lý đều được cải thiện. Mức độ đồng đều hóa tăng lên khi mẫu ủ tại nhiệt độ 650 °C, giữ nhiệt trong 3 h, nguội cùng lò, thành

phần các nguyên tố hợp kim hòa tan hoàn toàn tạo nên tổ chức hợp kim 1 pha duy nhất, không còn hiện tượng thiên tích nhánh cây do quá trình đúc trong khuôn kim loại gây ra.

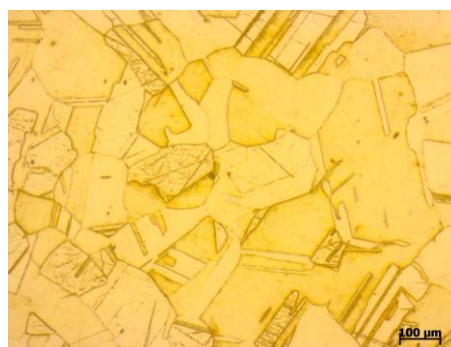
Như vậy, nghiên cứu lựa chọn chế độ ủ đồng đều sau khi đúc bằng khuôn kim loại hợp kim đồng la tông silic LK75-0,5 là nhiệt độ nung 650 °C, tốc độ nâng nhiệt 10 °C/phút, thời gian giữ nhiệt 3 h, nguội cùng lò về nhiệt độ phòng.

3.2. Ủ kết tinh lại sau cán

Đánh giá ảnh hưởng quá trình ủ kết tinh lại sau khi cán mức độ biến dạng khoảng 30% đến tổ chức tế vi của hợp kim đồng la tông silic LK75-0,5. Kết quả đánh giá tổ chức tế vi được thể hiện trên hình 2.



a. Mẫu sau khi cán biến dạng 30 %.



b. Mẫu sau khi ủ kết tinh lại.

Hình 2. Ảnh tổ chức tế vi mẫu cán và ủ kết tinh lại (X50).

Quan sát ảnh tổ chức tế vi mẫu sau khi cán và sau khi ủ kết tinh lại nhận thấy, mẫu cán có hiện tượng các hạt định hướng theo phương biến cán, xảy ra xô lệch mạng, tuy nhiên, do biến dạng nhỏ, mức độ biến dạng chỉ khoảng 30% nên sự định hướng các hạt theo phương biến dạng không rõ ràng. Khi thực hiện quá trình ủ kết tinh lại tấm hợp kim sau khi cán tại nhiệt độ 650 °C, tốc độ nâng nhiệt 10 °C/phút, thời gian giữ nhiệt 2 h, nguội cùng lò, tổ chức tế vi không còn hiện tượng định hướng theo phương cán, hợp kim trở về trạng thái cân bằng hoặc gần cân bằng, tổ chức tế vi là một pha α duy nhất, giống như mẫu ủ đồng đều thành phần (hình 1d), không còn ứng suất hay xô lệch mạng.

Để hiểu rõ hơn ảnh hưởng của quá trình ủ kết tinh lại sau khi cán tấm hợp kim đồng la tông silic LK75-0,5, nghiên cứu thực hiện đánh giá một số chỉ tiêu cơ tính của hợp kim sau khi cán và ủ kết tinh lại. Kết quả thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Cơ tính của tấm hợp kim la tông LK75-0,5 trước và sau khi ủ kết tinh lại.

Chế độ ủ đồng đều	Tính chất cơ học		
	Độ cứng trung bình, HB	Giới hạn bền kéo trung bình, kG/mm ²	Độ giãn dài tương đối trung bình, %
Mẫu sau khi cán	135	43	30
Mẫu sau khi ủ kết tinh lại	71	34	52

Qua bảng 3 cho thấy, cơ tính của hợp kim thay đổi rất nhiều khi được ủ kết tinh lại. Quá trình cán biến dạng đã làm thay đổi cơ tính so với mẫu ủ đồng đều thành phần, độ cứng, giới hạn bền kéo tăng lên rất nhiều, tuy nhiên, độ giãn dài bị giảm mạnh. Để đưa hợp kim la tông silic LK75-0,5 về trạng thái cân bằng hoặc gần cân bằng, có các chỉ tiêu cơ tính tương đương với tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 nhập khẩu từ Trung Quốc hoặc Nga cần phải ủ kết tinh lại tấm sau khi cán. Sau khi ủ kết tinh lại, tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 có độ cứng đạt 71 HB, giới hạn bền kéo 34 kG/mm², giảm nhiều so với sau khi cán. Tuy nhiên, độ giãn dài tương đối tăng lên nhiều đạt 52%. Điều này được lý giải do khi ủ kết tinh lại tổ chức được đưa về trạng thái cân bằng, các hạt có kích thước đồng đều, tổ chức là 1 pha α duy nhất và không còn ứng suất do quá

trình cán gây ra. Do đó, hợp kim la tông sau khi ủ kết tinh lại có độ cứng, giới hạn bền kéo sẽ giảm và độ giãn dài tương đối tăng lên so với mẫu sau khi cán. Hợp kim sau khi ủ kết tinh lại có các tính chất tương đương với tấm hợp kim đồng la tông silic LK75-0,5 nhập khẩu của Trung Quốc và Nga.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã lựa chọn được chế độ ủ đồng đều thành phần sau khi đúc và ủ kết tinh lại sau khi cán cho tấm hợp kim đồng la tông silic LK75-0,5 nấu luyện từ hợp kim đồng la tông loại bỏ.

Chế độ ủ đồng đều tại nhiệt độ nung 650 °C, tốc độ nâng nhiệt 10 °C/phút, thời gian giữ nhiệt 3 h, nguội cùng lò.

Chế độ ủ kết tinh lại tại nhiệt độ 650 °C, tốc độ nâng nhiệt 10 °C/phút, thời gian giữ nhiệt 2 h, nguội cùng lò.

Các tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 sau khi ủ kết tinh lại có tổ chức 1 pha α duy nhất, độ cứng 71 HB, giới hạn bền kéo 34 kG/mm², độ giãn dài tương đối 52%, tương đương với tấm hợp kim la tông silic LK75-0,5 nhập khẩu của Trung Quốc và Nga.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của đề tài định hướng cho cán bộ trẻ năm 2021 của Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tiêu chuẩn Liên Xô (cũ) TY 48 - 0808 - 17 - 94.
- [2]. Nguyễn Khải Hoàn, Nguyễn Tài Minh, “Nghiên cứu công nghệ cán hợp kim đồng LK75-0,5”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ kim loại, 2013.
- [3]. Phùng Tuấn Anh, Đoàn Văn Khánh, “Ảnh hưởng của nhiệt độ ủ kết tinh lại đến tổ chức và cơ tính của hợp kim đồng JK75-0,5”, Kỷ yếu hội nghị khoa học và Công nghệ toàn quốc về cơ khí- Lần thứ IV, NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh tập 2, 2005, tr. 299-305.
- [4]. K. Hajizadeh, M. Tajally, E. Emadoddin, E. Borhani, “Study of texture, anisotropy and formability of cartridge brass sheets”, Journal of Alloys and Compounds 588 (2014) 690-696.
- [5]. Ali Muhammed, Abdulrahman Abed, Mustafa Adnan Mustafa, “Effects of Recrystallization Temperature on The Mechanical Properties of CuZn30 Alloy”, The First National Conference for Engineering Sciences FNCES'12, November 7- 8, 2012.
- [6]. Arun Kumar Verma, A Shingweker, M Nihichlani, V Singh and Prantik Mukhopadhyay, “Deformation characterization of cartridge brass”, Indian Journal of Engineering & Materials Sciences Vol.20, August 2013, pp. 283-288.

ABSTRACT

The effect of the heat treatment processes on the properties of the LK75-0.5 silicon brass alloy fabricated from the waste brass alloy

This work presented the study on the effects of several heat treatment regimes on the properties of the LK75-0.5 silicon brass alloy fabricated from the waste brass alloy. The heat treatment processes for the fabrication of the LK75-0.5 silicon brass alloy included homogeneous annealing after casting and recrystallization annealing after plate rolling. The alloys after each heat treatment process were evaluated for microorganism and mechanical properties. The as-prepared LK75-0.5 silicon brass alloy was of single phase brass, hardness of 71 HB, a tensile strength of 34 kG/mm², elongation of approximately 52%, which has a quality equivalent to the LK75-0.5 silicon brass alloy plate made of China or Russia.

Keywords: LK75-0.5 brass; Homogeneous annealing; Recrystallization annealing; Mechanical properties.