

CHUYỂN BIẾN PHA KHÍ HÓA GIÀ HỢP KIM Cu-15Ni-8Sn Ở 450°C PHASE TRANSFORMATION DURING AGING OF Cu-15Ni-8Sn ALLOY AT 450°C

PGS.TS. LÊ THỊ CHIỀU¹, ThS. SÁI MẠNH THẮNG¹
ThS. LÊ THỊ NHUNG²

¹⁾ Đại học Bách Khoa Hà Nội; ²⁾ Đại học Hàng Hải Việt Nam

Tóm tắt

Quá trình nhiệt luyện hợp kim Cu-15Ni-8Sn bao gồm nung hợp kim đến nhiệt độ 820°C, giữ trong khoảng thời gian nhất định để các nguyên tố hợp kim hòa tan vào đồng, tạo nên dung dịch rắn quá bão hòa một pha đồng nhất, sau đó nguội nhanh trong nước lạnh để giữ dung dịch ở nhiệt độ thường, tiếp theo hóa già hợp kim ở 450°C trong 2 giờ. Từ dung dịch rắn quá bão hòa, khi hóa già, nguyên tố hợp kim tách ra, tạo nên các vùng tổ chức spinodal nhỏ mịn, tăng bền cho hợp kim. Tăng nhiệt độ hóa già pha γ được tiết ra, tạo nên các phần cứng và mềm trong tổ chức, thay đổi cơ tính hợp kim, đáp ứng yêu cầu làm việc của các loại ổ trục chịu tải trọng nặng.

Key words: Cu-15Ni-8Sn, cấu trúc spinodal, pha γ

Abstract

After casting, the Cu-15Ni-8Sn alloy was solution annealed at 820°C, rapid quenching to room temperature and reheated for aging at 450°C in 2h. During aging, from uniform solution, the alloy atoms diffused, created spinodal structure, improve hardeness for alloy. Increase aging temperature, the phase with low hardeness developed. The difference of harness of phases in microstructure and high strength making alloy meet requirements heavy loads bearing.

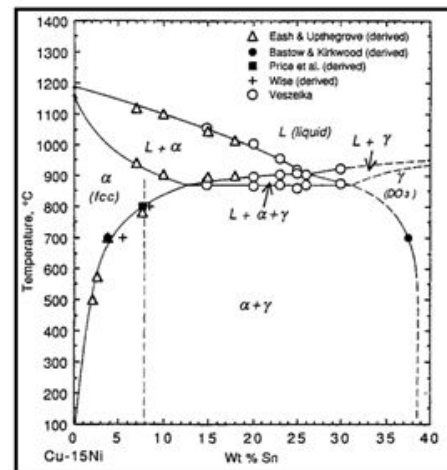
Key words: Cu-15Ni-8Sn, spinodal structure, phase γ

1. Mở đầu

Hợp kim Cu-15Ni-8Sn thường được sử dụng để chế tạo các chi tiết làm ổ trục làm việc trong điều kiện khắc nghiệt như tốc độ cao, chịu tải trọng nặng dùng trong lĩnh vực hàng không hoặc trong các máy khai thác khoáng sản, máy mỏ... Ưu điểm lớn của hợp kim Cu-15Ni-8Sn là cơ tính tốt, khả năng truyền nhiệt lớn và có hệ số ma sát nhỏ. Với thành phần 15% Ni, 8% Sn, còn lại là Cu, khi làm nguội cân bằng, thành phần pha của hợp kim bao gồm $\alpha + (\alpha + \gamma)$, trong đó α là dung dịch rắn của Ni và Sn hòa tan trong Cu có cơ tính tương đối cao, γ là pha giàu thiếc, khá mềm phân bố cùng với α là pha cứng, do vậy trong tổ chức của hợp kim có pha cứng α để đỡ trục chống ma sát, pha mềm γ khi làm việc bị mòn đi thành rãnh chứa dầu có tác dụng bôi trơn giảm hệ số ma sát, giảm nhiệt ổ trục [1].

Ở nước ta hiện nay các bạc trục trên cơ sở Cu-15Ni-8Sn đều được sử dụng ở trạng thái đúc, tổ chức đúc thường bị thiên tích, sự phân bố pha cứng và pha mềm không đồng đều, hơn nữa, pha α không được hóa bền nên ổ trục có cơ tính thấp, dễ bị biến dạng khi chịu lực, chóng bị mài mòn và tính ma sát không tốt.

Quá trình nhiệt luyện hợp kim Cu-15Ni-8Sn bao gồm nung đồng đều hóa hợp kim sau đúc để hòa tan hết các nguyên tố hợp kim vào dung dịch rắn đồng nhất α , nguội nhanh để giữ dung dịch rắn đến nhiệt độ thường. Ở nhiệt độ thường, dung dịch rắn chứa lượng nguyên tố hợp kim lớn hơn giới hạn hòa tan là dung dịch rắn quá bão hòa. Tiếp theo là nung và giữ hợp kim ở các chế độ khác nhau. Từ dung dịch rắn quá bão hòa, các nguyên tố hợp kim khuếch tán, tập trung lại, ở nhiệt độ khoảng 350°C tạo nên tổ chức spinodal vô cùng nhỏ mịn, hóa bền cho hợp kim. Tăng nhiệt độ lên trên 400°C, lượng nguyên tử Sn tập trung đủ, tạo nên pha γ . Tổ chức bao gồm α và γ , với pha α đã được tăng mạnh cơ tính nhờ quá trình phân hủy dung dịch rắn thành ra các vùng tổ chức spinodal. Bên cạnh đó, pha γ mềm, phân bố đồng đều, lượng pha có thể khống chế theo ý muốn, tùy thuộc vào nhiệt độ hóa già, làm tăng tính chống ma sát cho hợp kim [2,3,4].



Hình 1. Giản đồ pha (Cu-15Ni)-Sn [1]

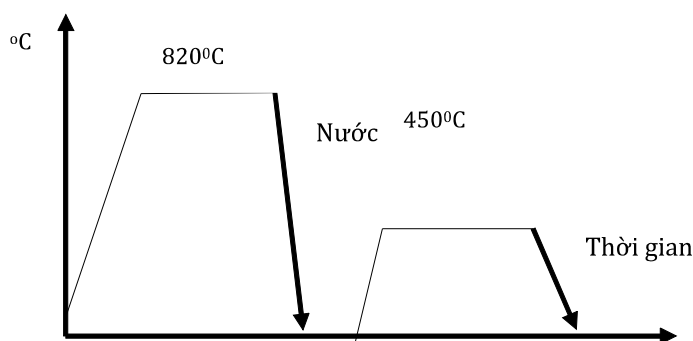
2. Thực nghiệm

Hợp kim được nấu trong lò cảm ứng trung tần, sau khi nấu được phân tích thành phần.

Bảng 1. Thành phần hóa học mác hợp kim Cu-15Ni-8Sn

Cu	Zn	Pb	Sn	P	Mn	Fe	Ni	Si	Mg	Al	S
75.2	-	-	8.95	0.095	0.0038	0.267	15.4	-	-	-	0.0189

Tiến hành nhiệt luyện trong lò Lò nhiệt luyện Ketong, có kích thước buồng: 200x120x80mm. Công suất: 2,5kW, Nhiệt tối đa: 1000°C, theo quy trình:



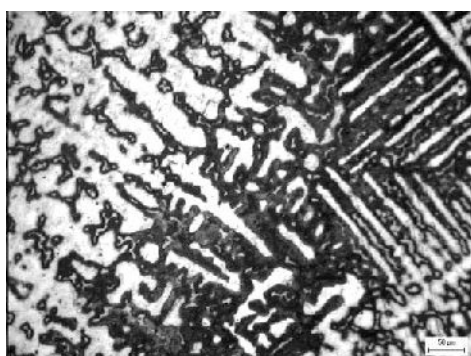
Hình 2. Sơ đồ quy trình nhiệt luyện mẫu

Sau khi nhiệt luyện các mẫu được phân tích tổ chức tế vi trên kính Axiovert 25A. Đo độ cứng thô đại và độ cứng tế vi các pha. Các thí nghiệm trên được thực hiện tại phòng thí nghiệm Kim loại học trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

3. Kết quả

3.1. Nghiên cứu sự thay đổi tổ chức tế vi hợp kim Cu-15Ni-8Sn khi xử lý nhiệt

Tổ chức hợp kim Cu-15Ni-8Sn sau đúc như hình 3:



Hình 3. Tổ chức sau đúc x 200

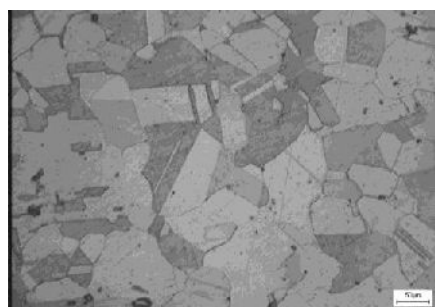


Hình 4. Tổ chức sau ủ x 200

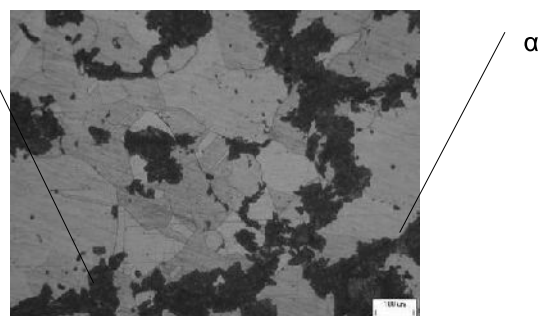
Ảnh tổ chức hợp kim Cu-15Ni-8Sn sau đúc cho thấy hiện tượng thiên tích thành phần mạnh (hình 3). Độ cứng sau đúc là 110HV.

Ở trạng thái ủ: Sau khi giữ nhiệt đồng đều 4h ở 820°C, nguội chậm cùng lò, tổ chức hợp kim Cu-15Ni-8Sn ở dạng hai pha $\alpha + \gamma$ trên toàn bộ nền kim loại, là tổ chức cân bằng được tạo ra phù hợp với giản đồ trạng thái, hạt phát triển thô to (hình 4).

Tôi hợp kim: Hợp kim đồng đều hóa ở 820°C thời gian giữ nhiệt 3h, nguội nhanh trong nước lạnh, tổ chức đạt được là một pha α . Tổ chức này có độ cứng thấp khoảng 100HB. Có xuất hiện tổ chức dạng song tinh (hình 5). Với tổ chức đồng đều như vậy, hợp kim đã được chuẩn bị để quá trình phân rã spinodal và chuyển pha trật tự hóa có thể xảy ra khi hóa già tiếp theo.



Hình 5. Ảnh tổ chức tế vi hợp kim Cu-15Ni-8Sn sau đồng đều hóa ở 820⁰C giữ nhiệt 3h, nguội trong nước

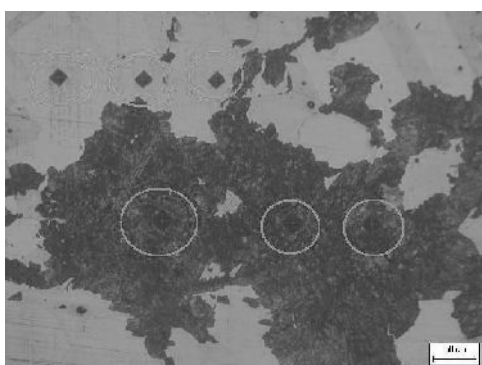


Hình 6. Tổ chức tế vi hợp kim Cu-15Ni-8Sn sau tôi 820⁰C giữ nhiệt 3h, hóa già 450⁰C trong 2h

Sau khi đồng đều hóa ở 820⁰C, giữ nhiệt 3h, nguội nhanh trong nước, hợp kim Cu-15Ni-8Sn được hoá già ở các nhiệt độ 450⁰C trong thời gian trong 2h.

Hóa già ở nhiệt độ 450⁰C, giữ nhiệt 2h, trong tổ chức hợp kim xuất hiện pha thứ hai màu sẫm. Hỗn hợp α+γ phát triển theo biên hạt của tổ chức nên pha α (hình 6). Theo trình tự chuyển biến khi tăng nhiệt độ, Sn đã tập trung đủ hàm lượng tới hạn, pha γ được tạo ra là pha có cấu trúc DO₃ có kiểu mạng lập phương tâm khối. Pha này làm giảm cơ tính hợp kim [4,5].

3.2. Kết quả độ cứng của mẫu sau hóa già



Hình 7. Khảo sát độ cứng các pha trong hợp kim Cu-15Ni-8Sn tôi 850⁰C giữ nhiệt 2,5h, hoá già 450⁰C giữ nhiệt 2h

Bảng 2. Độ cứng pha α và α+γ

Vùng pha	Độ cứng, HV	
α	390	Trung bình 387
	382	
	387	
α + γ	238	Trung bình 235
	230	
	237	

Vị trí các vết đo được khoanh tròn như trên hình 7. Vết đo được thực hiện trên nền vùng tổ chức một pha α và vùng hỗn hợp hai pha α+γ. Kết quả đo độ cứng các pha theo bảng 2.

Các giá trị độ cứng đo được (bảng 2) cho thấy trong hợp kim Cu-15Ni-8Sn sau xử lý nhiệt hoá già, nền dung dịch rắn pha α có độ cứng cao hơn hẳn so với pha tiết ra. Kết quả đó gián tiếp khẳng định là trong quá trình hóa già, hợp kim đã trải qua phân rã spinodal và các pha chuyển tiếp của nó. Phân rã có hiệu quả tăng bền mặc dù tổ chức pha α dưới kính hiển vi không quan sát thấy sự thay đổi so với trạng thái sau đồng đều hoá. Pha α sau xử lý đồng đều hóa có độ bền thấp khoảng 90-110HV. Quá trình xử lý hóa già đã làm cho pha α có độ cứng cao gấp 3-4 lần lên tới 390HV. Trong khi đó hỗn hợp (α+ γ) có độ cứng thấp hơn hẳn, chứng tỏ pha γ tạo ra là pha có độ cứng thấp, làm giảm độ cứng hỗn hợp hai pha (α+ γ)[4,5].

Độ cứng của hợp kim thay đổi rõ rệt khi theo nhiệt độ hóa già. Độ cứng hợp kim Cu-15Ni-8Sn sau đúc: 110HB. Độ cứng hợp kim Cu-15Ni-8Sn sau đồng đều hóa ở 820⁰C giữ nhiệt 3h: 98HB. Độ cứng sau hóa già đạt được 234HV.

4. Kết luận

Nghiên cứu trên hợp kim Cu-15Ni-8Sn cho thấy khi tăng nhiệt độ và thời gian hóa già, Sn có điều kiện khuếch tán, nguyên tử Sn tập trung đủ tạo pha cân bằng γ, bắt đầu từ biên giới hạt, sau đó phát triển dần, hiệu ứng tăng bền bằng phân rã spinodal và trật tự hóa bị hủy bỏ, độ cứng của hợp kim giảm.

+ Hợp kim Cu-15Ni-8Sn đồng đều ở 820⁰C và hóa già ở khoảng 450⁰C khoảng thời gian 2h đạt độ cứng khoảng 234HV, tăng 200% so với trạng thái đúc (110HV).

+ Khi xử lý hoá già tạo pha, pha tạo ra có độ cứng thấp hơn hẳn nền dung dịch rắn tạo cho hợp kim có giá trị ứng dụng làm vật liệu ma sát.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Joshua Caris, David Hovis, and John J.Lewandowski, "In Situ Phase Evolution of Cu-15Ni-8Sn with Thermal Exposure". Case Western Reserve University ESE1826
- [2] A.S.abyzov, L.N.Davydov, P.O.Mchedlov-Petrosyan, J. Schmelzer (1999). *Spinodal decomposition in systems with initially quenched fluctuations of the order parameter*. Physics A 272 (1999), PP 459-480
- [3] Tomoshi Takahashi, Michitomo Katos, Yoritoshi Minamino and Toshimi Yamane (1986). *Ternary Diffusion and Thermodynamic Interactions in α Cu-Ni-Sn Solid Solutions*. By Transactions of the Japan Institute of Metal.
- [4] Shao-Zong Zhang, Bo-Hong Jing, Wen-Jiang Ding, "Wear of Cu-15Ni-8Sn spinodal alloy". ScienceDirect, Wear 264 (2008) 199-203.
- [5] J.-C. Zhao and M.R.Notis, "Spinodal Decomposition, Ordering Transformation, And Discontinuous Precipitation in a Cu-15Ni-8Sn Alloy". *Acta mater*. Vol.46, No.12, pp.4203-4218, 1998

Người phản biện: PGS.TS. Đào Ngọc Biên; ThS. Lê Văn Cường

HÒA ĐỒNG BỘ TỰ ĐỘNG CÁC MÁY PHÁT ĐIỆN TÀU THỦY AUTOMATIC SYNCHRONIZING OF MARINE DIESEL GENERATORS

TS. HOÀNG ĐỨC TUẤN

Khoa Điện – Điện tử, Trường ĐHHH Việt Nam

Tóm tắt

Trạm phát điện tàu thủy trong quá trình hoạt động thường xuyên phải thực hiện việc hòa đồng bộ giữa các máy phát điện khi chúng công tác song song. Việc hòa đồng bộ các máy phát điện với nhau đòi hỏi thông số về điện áp, tần số, góc pha điện áp giữa máy phát điện và lưới phải nằm trong dải cho phép và vấn đề chọn thời điểm hòa đồng bộ là vô cùng quan trọng, nếu chọn thời điểm hòa đồng bộ không chính xác có thể dẫn đến mất điện toàn tàu, gây ra tình huống nguy hiểm cho con người, hàng hóa, thiết bị và con tàu. Hiện nay, thiết bị hòa đồng bộ đang được ứng dụng kỹ thuật tương tự, dẫn đến việc xác định thời điểm hòa đồng bộ có sai số lớn làm cho quá trình hòa đồng bộ gây ra xung dòng điện lớn, dẫn đến quá trình hòa đồng bộ có thể không thành công. Vì vậy, vấn đề xây dựng thiết bị hòa đồng bộ ứng dụng kỹ thuật số sẽ giảm được sai số do thiết bị gây lên.

Abstract

Marine electrical power station during regular operation to perform the synchronization between the generators work in parallel. The synchronization of generators required parameters for voltage, frequency, phase angle of the generator voltage and the bus voltage must be within acceptable ranges and problems synchronizing timing is extremely important, if timing synchronization inaccuracies may lead to electrical power blackout, causing dangerous situations for people, goods, equipment and ship. Currently, synchronizing devices are being applied similar techniques, leading to the timing synchronizing large gap makes the process of synchronizing cause large currents pulses can make the process synchronization fails. Therefore, the application of digital synchronizer will reduce errors, which caused by synchronizer.

Key words: *Marine electrical power station, the synchronization of generators, automatic synchronizer.*