

Cải tạo lò điện trở để nung phôi trong môi trường được cung cấp liên tục khí nito

Lê Phú Cường*, Cao Xuân Lại*

*Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 29/01/2024; Accepted: 06/02/2024; Published: 07/02/2024

Abstract: We converted the resistance furnace CHO, into a furnace in a nitrogen-fed environment using a simple and cost-effective method. The results achieved when the furnace was supplemented with nitrogen gas at a temperature of $850^{\circ}\text{C} \div 900^{\circ}\text{C}$ to heat 40X alloy steel showed increased efficiency when heating the workpiece in an environment continuously supplied with nitrogen gas at a pressure of 0.3at. During the heating and heating process, nitrogen gas is continuously fed into the furnace. The embryo is put into the furnace when the temperature reaches 400°C . To facilitate the permeation process at $500^{\circ}\text{C} \div 550^{\circ}\text{C}$, the workpiece is kept heated for 1 hour with the above temperature and air pressure (for workpieces heated in an environment continuously supplied with nitrogen gas). A series of samples were tested at the same temperature and heat treatment environment, only the firing environment was different, for comparison. Using a hardness tester and an electron microscope to check the test samples, we found that the results changed. The heating environment in the furnace was provided with additional nitrogen gas, and the quality of the product after heat treatment increased significantly.

Keywords: Nitrogen gas, Furnace, Flow rate, Nitriding, Surface quality.

1. Đặt vấn đề

Cải tạo lò điện trở CHO thành lò nung trong môi trường liên tục được cung cấp khí N_2 để nhiệt luyện nhằm tiết kiệm chi phí trong đào tạo, khắc phục khó khăn khi nguồn kinh phí còn hạn hẹp. Ở điều kiện tiêu chuẩn N_2 chiếm 78% thể tích khí quyển của Trái đất nhưng sẽ không tự nó hỗ trợ sự sống mà được hòa cùng khí Oxy [2, 3]. Trong nhiệt luyện N_2 góp phần quan trọng quyết định đến độ cứng, chất lượng bề mặt chi tiết. Đảm bảo thẩm mỹ, nâng cao khả năng chống ăn mòn, chống bị Oxy hóa trên bề mặt kim loại [1].

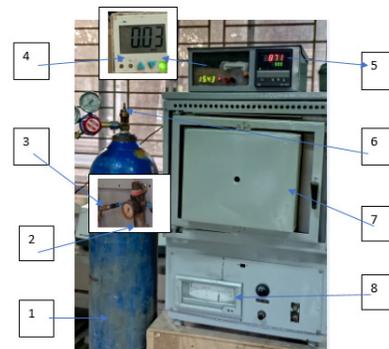
Thậm chí xảy ra vào khoảng 500°C [5, 6] vì vậy khi nung để nhiệt luyện chi tiết thép 40X chỉ nên nung đến 850°C , không nên nung với nhiệt độ cao sẽ làm tổ chức hạt chi tiết lớn lên, làm tăng tinh dòn, giảm tính dẻo dai vốn có của nó [4]. Trong quá trình nung trong lò điện trở được cấp liên tục khí N_2 chúng tôi nhận thấy sản phẩm đã bớt một phần Oxy hóa, chất lượng bề mặt tốt hơn, đặc biệt độ cứng chi tiết sau khi nhiệt luyện được cải thiện đáng kể, như vậy công nghệ này nên được nhân rộng để nung phôi, phục vụ quá trình nhiệt luyện.

2. Các bước tiến hành

2.1. Điều kiện thí nghiệm

Chúng tôi đã tiến hành cải tạo lò điện trở CHO thành lò nung trong môi trường liên tục được cấp

thêm khí N_2 để nung phôi (Hình 1.1). Mục đích của việc cải tạo này nhằm giúp hạn chế quá trình Oxy hóa bề mặt khi nung, khí N_2 sẽ thấm trên bề mặt kim loại ở nhiệt độ khoảng 500°C giữ nhiệt ở tại nhiệt độ này khoảng 60 phút sau đó tăng nhiệt độ để nhiệt luyện. Tiến hành thí nghiệm với 12 mẫu thử, thực hiện ở hai chế độ nung khác nhau, nung trong môi trường được liên tục cung cấp khí N_2 với lưu lượng 0,3at giữ nhiệt như trên và nung trong môi trường khí tự nhiên theo các cấp nhiệt độ 800°C , 850°C , 900°C . Mỗi bậc nhiệt độ sẽ có 4 mẫu được nung trong 2 môi trường khác nhau, sau khi nhiệt luyện xong thì có 2 mẫu không được ram, còn 2 mẫu sẽ ram trong lò thời gian 1 phút và để nguội trong không khí tĩnh để đối chứng so sánh,



Hình 1.1: Lò nung sau khi được cải tạo



Hình 1.2: Lò nung trước khi cài tạo

Ghi chú:

1. Bình chứa khí N₂; 2. Bộ lọc khí; 3. Van một chiều; 4. Cảm biến đo áp suất
5. Đồng hồ báo nhiệt độ; 6. Van an toàn; 7. Lò nung ; 8. Bộ điều chỉnh nhiệt độ nung



Hình 1.3: Máy đo độ cứng bề mặt Matsuzawa



Hình 1.4: Phôi dùng làm thí nghiệm



Hình 1.5: Nhiệt độ nung của các lần nhiệt luyện khác nhau



Hình 1.6: Ảnh chụp độ cứng các phôi đo được trong quá trình thí nghiệm

2.2. Kết quả thí nghiệm

Sản phẩm sau khi nhiệt luyện được tiến hành mài bóng bề mặt trên máy mài bóng TPN -1020FR của Đài Loan, sau đó dùng máy đo độ cứng bề mặt Matsuzawa để đo độ cứng các mẫu ta có kết quả như sau

Bảng 1-1: Số liệu thí nghiệm qua các lần đo

Nhiệt độ nung	Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3	Mẫu 4
800°C	492.6 HV	458.5 HV	481.4 HV	462.1 HV
Nhiệt độ nung	Mẫu 5	Mẫu 6	Mẫu 7	Mẫu 8
850°C	515.3 HV	519.0 HV	510.7 HV	495.3 HV
Nhiệt độ nung	Mẫu 9	Mẫu 10	Mẫu 11	Mẫu 12
900°C	575.8 HV	574.0 HV	561.6 HV	519.3 HV

Mẫu 1; 5; 9 được nung trong môi trường có cung cấp khí N₂, thời gian nung 1h, giữ nhiệt và làm nguội trong môi trường nước sạch 20°C.

Mẫu 2; 6; 10 được nung trong môi trường khí tự nhiên Oxy chiếm 20,9%, giữ nhiệt và làm nguội trong môi trường nước sạch 20°C.

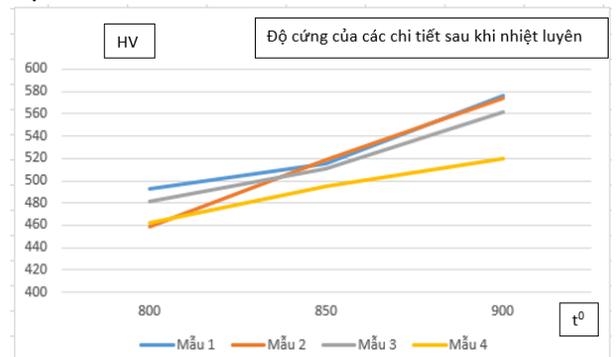
Mẫu 3; 7; 11 được nung trong môi trường có cung cấp khí N₂, thời gian nung 1h giữ nhiệt và làm nguội trong môi trường nước sạch 20°C, sau đó được ram 200°C trong lò điện trở thời gian giữ nhiệt 1 phút và làm nguội trong không khí tinh.

Mẫu 4; 8; 12 được nung trong môi trường khí tự nhiên Oxy chiếm 20,9%, giữ nhiệt và làm nguội trong môi trường nước sạch 20°C, sau đó được ram 200°C trong lò điện trở thời gian giữ nhiệt 1 phút và làm nguội trong không khí tinh.

Nhìn vào kết quả đo độ cứng ta nhận thấy khi phôi được nung trong môi trường có cung cấp thêm N₂ độ cứng chi tiết được tăng lên, tuy nhiên còn phụ thuộc nhiều yếu tố.

2.3. Xử lý số liệu và thảo luận kết quả

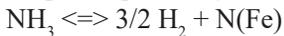
Từ bảng 1-1 sử dụng phần mềm Excel ta có đồ thị sau



Hình 1.7: Kết quả thí nghiệm

Từ (Hình 1.7) ta thấy khi nung phôi trong môi trường được cấp thêm khí N₂ với áp suất 0.3at độ cứng phôi sau khi nhiệt luyện được tăng lên. Ở giai đoạn 800°C ta thấy độ cứng phôi được nung trong môi trường có thêm N₂ đã được tăng lên điều này phù hợp với các nghiên cứu của [2, 5]. Khi thẩm N₂

ở thể khí thông thường chi tiết được nung tới nhiệt độ khoảng 510°C (500÷575°C) trong môi trường phân hủy khí Ammoniac. Ở nhiệt độ thấm Nito, khí Ammoniac phân hủy Nito nguyên tử và bị hấp thụ bởi thép theo phản ứng:



Trong phản ứng trên N(Fe) là nguyên tử Nito bị hấp thụ trên bề mặt thép. Thép (chi tiết) trước khi thấm Nito phải được tẩy rửa sạch dầu mỡ và không còn gỉ hay Oxit trên bề mặt. Khi nung phôi từ nhiệt độ 20°C lên đến 800°C, phôi được trải qua thời gian tăng dần nhiệt độ nên khi đến giai đoạn 500°C thì hiện tượng thấm N₂ [1, 3] trong môi trường giàu khí N₂ đã bắt đầu xảy ra tuy nhiên quá trình này không tăng mãi theo thời gian nung, mà sẽ chậm lại được thể hiện trên đồ thị (Hình 1.7). Khi nhiệt độ tăng lên đến 850°C, độ cứng của chi tiết được thấm và chi tiết không thấm đều tăng điều này được giải thích là thép 40X đã được nung đến nhiệt độ chuyển biến pha để giữ nhiệt và làm nguội [2]. Nên cả hai chi tiết được thấm N₂ và chi tiết nung trong môi trường khí tự nhiên đều có độ cứng tăng lên. Quan sát trên đồ thị ta thấy khi nung đến 900°C độ cứng của 2 chi tiết được thấm và không thấm đều tăng mạnh do chi tiết được nung trong môi trường giàu khí N₂ hiện tượng thoát các bon xảy ra chậm hơn nên độ thấm tôi sẽ tốt hơn [1, 2]. Khi nung đến nhiệt độ này thép 40X đã chuyển biến pha hoàn toàn nên khi nhiệt luyện trong môi trường nước lã, hoặc môi trường dầu qua nước chi tiết đều cho độ cứng tốt đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật cần thiết và đây là độ cứng cao nhất mà khi nhiệt luyện thép 40X đã đạt được nếu ta tiếp tục tăng nhiệt độ lên, độ cứng chi tiết sau khi nhiệt luyện sẽ giảm xuống vì khi đó ta nhận được tổ chức thô đại do hạt tinh thể lớn, độ kết dính kém, phôi dòn, chất lượng chi tiết kém đi, điều này được giải thích để đảm bảo độ bền, độ cứng cho chi tiết các sản phẩm sau khi nhiệt luyện thường được ram. Để đổi đi một phần độ cứng và lấy độ dẻo giai. Tuy nhiên khi nhiệt độ tăng đến 900°C, ta thấy chi tiết nung trong lò thường sau khi nhiệt luyện độ cứng có xu hướng giảm nhiều so với chi tiết được nung trong lò có tăng cường khí N₂ để nhiệt luyện, vì khi nhiệt độ cao thép 40X chịu tác động của hiện tượng Oxy hóa và thoát các bon. Nhiệt nung càng cao thì hiện tượng Oxy hóa và thoát các bon càng tăng dẫn đến kim loại mất dần các bon [4] làm cho độ cứng khi nhiệt luyện giảm xuống.

3. Kết luận

Khí N₂ là khí trơ trong tự nhiên nhưng có tác dụng

rất lớn trong quá trình nhiệt luyện nó có tác dụng bảo vệ bề mặt vừa nâng cao độ cứng, độ bền của chi tiết nên việc nghiên cứu đưa khí N₂ vào nhiệt luyện [6] là việc làm cần thiết để phục vụ giảng dạy, nghiên cứu khoa học của sinh viên. Việc cải tạo lò điện trở CHO thành lò liên tục được cấp khí N₂ là việc làm phù hợp. Đồng thời tham gia sản xuất phục vụ cho các ngành công nghiệp là một nhiệm vụ quan trọng. Khi cung cấp thêm khí N₂ để nung phôi cần cung cấp một lượng vừa đủ khoảng 0,3at nếu cung cấp khí nhiều hơn thì nhiệt độ của lò sẽ bị giảm xuống vì lúc này khí mang theo nhiệt độ môi trường. Chú ý giữ nhiệt độ của lò trong quá trình nung ở 500°C để tạo điều kiện cho quá trình thấm N₂ lên bề mặt chi tiết không nên giữ nhiệt ở nhiệt độ cao hơn 727°C để thành phần chi tiết được nung không bị chuyển biến pha làm tổ chức hạt lớn lên, ảnh hưởng lớn đến cơ tính của chi tiết sau khi nhiệt luyện. Trong các phương pháp xử lý để nâng cao độ cứng bề mặt chi tiết cần chú ý phương pháp hóa nhiệt luyện vì phương pháp này dễ áp dụng, rẻ tiền phù hợp điều kiện của Việt Nam.

Lời cảm ơn: Tác giả xin cảm ơn Ban giám hiệu và các đơn vị Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Lục Văn Thương (2016), “Ứng dụng công nghệ thấm ni tơ xung Plasma làm tăng tính chịu mài mòn cho các chi tiết máy”, *PTNTĐ Hàn và xử lý bề mặt, Viện nghiên cứu cơ khí*,
- [2]. Nguyễn Ngọc Minh (2015), *Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố chính nhằm ổn định công nghệ thấm Nito thể khí lên một số loại thép thông dụng ở Việt Nam*, Luận án tiến sĩ, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [3]. Shalaj V.V, Mikhajlov A.G, Novikova E.E, Terebilov S.V., Novikova T.V (2016), Gas recirculation impact on the nitrogen oxides formation in the boiler furnace, *Procedia Engineering 155, PP 434 – 438*
- [4]. Batrakov P. A (2016), The nitrogen oxide formation studying at natural gas combustion in non-circular profile furnaces of fire-tube boilers, *Procedia Engineering 152, PP 144 – 150*
- [5]. Swapnil S. Deshpande, Pravin P. Deshpande, Manoj J. Rathod (2022), Effect of gas nitrocarburizing post oxidation on electrochemical behaviour of AISI 4140 steel in neutral medium, *Proceedings 50, PP 1979–1982*