

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC NUNG THÉP 40X ĐỂ NHIỆT LUYỆN TRONG MÔI TRƯỜNG KHÍ NI TƠ

EFFECTS OF BINKING STEEL 40X FOR HEAT TREATMENT IN A NITROGEN ENVIRONMENT

Lê Phú Cường*, Cao Xuân Lại, Lê Thái Sơn
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

TÓM TẮT

Chúng tôi đã cải tạo lò điện trở CHO thành lò nung trong môi trường được cung cấp khí N₂ bằng cách sử dụng phương pháp đơn giản và tiết kiệm chi phí. Kết quả đạt được khi lò tăng cường thêm khí N₂ nung ở nhiệt độ 850°C ÷ 900°C để nhiệt luyện thép 40X cho thấy hiệu quả tăng lên khi nung phôi trong môi trường được cung cấp liên tục khí N₂ với áp suất 0,3at trong quá trình nung và giữ nhiệt khí N₂ được đưa liên tục vào lò. Phôi được đưa vào lò khi lò đạt nhiệt độ 400°C. Để tạo điều kiện cho quá trình thấm 500°C ÷ 550°C, phôi được giữ nhiệt trong 1 giờ với nhiệt độ và áp suất không khí như trên (đối với phôi nung trong môi trường được cấp liên tục khí N₂). Một loạt mẫu đã được tiến hành thí nghiệm trong cùng nhiệt độ và môi trường nhiệt luyện, chỉ khác môi trường nung, để đối chứng so sánh. Dùng máy đo độ cứng, kính hiển vi điện tử để kiểm tra các mẫu thí nghiệm, ta thấy kết quả thay đổi, môi trường nung trong lò được cung cấp thêm khí N₂ chất lượng sản phẩm sau khi nhiệt luyện đã tăng lên đáng kể.

Từ khóa: Khí Nitơ; Lò nung; Lưu lượng; Thấm Nitơ; Chất lượng bề mặt.

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°C ÷ 900°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°C ÷ 550°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

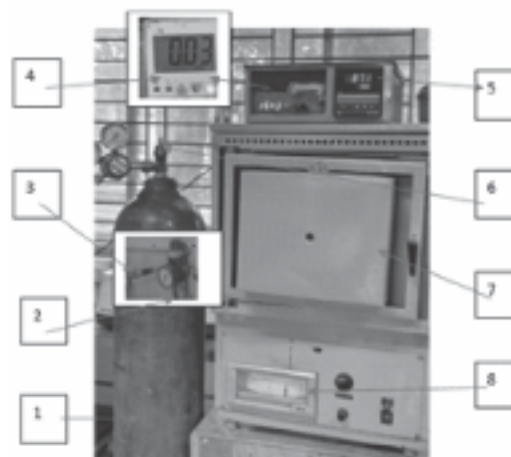
Nitơ trong tự nhiên xuất hiện dưới dạng khí không màu, không mùi, không vị, không cháy và không độc hại, ở điều kiện tiêu chuẩn chiếm 78% theo thể tích của khí quyển của Trái đất nhưng sẽ không tự nó hỗ trợ sự sống mà được hòa cùng khí Oxy [2, 3]. Trong nhiệt luyện, N_2 góp phần quan trọng quyết định 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].

Thấm N_2 xảy ra vào khoảng $500^\circ C$ [5, 6], vì vậy khi nung để nhiệt luyện chi tiết thép 40X, để nhiệt luyện chỉ nên nung đến $850^\circ C$, không nên nung với nhiệt độ cao sẽ làm tổ chức hạt chi tiết lớn lên, làm tăng tính giòn, 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 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 1h và nung trong môi trường khí tự nhiên theo các cấp nhiệt độ $800^\circ C$, $850^\circ C$, $900^\circ C$. Mỗi bậc nhiệt độ sẽ có 4 mẫu được nung trong hai môi trường khác nhau, sau khi nhiệt luyện xong thì có 2 mẫu không được ram, còn 2 mẫu sẽ ram trong lò với thời gian 1 phút và để nguội trong không khí tĩnh để đối chứng so sánh.

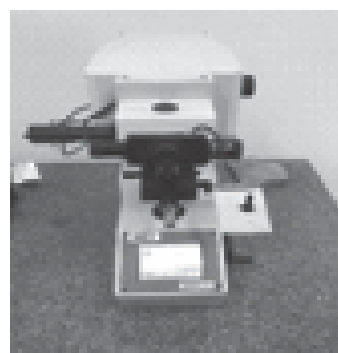


Hình 1.1. Lò nung dùng thí nghiệm

Ghi chú: 1. Bình chứa khí N_2 ; 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 1.2. Phôi dùng làm thí nghiệm



Hình 1.3. Máy đo độ cứng bề mặt Matsuzawa



Hình 1.4. Nhiệt độ nung của các lần nhiệt luyện khác nhau



Hình 1.5. 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, 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 N_2 , 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.

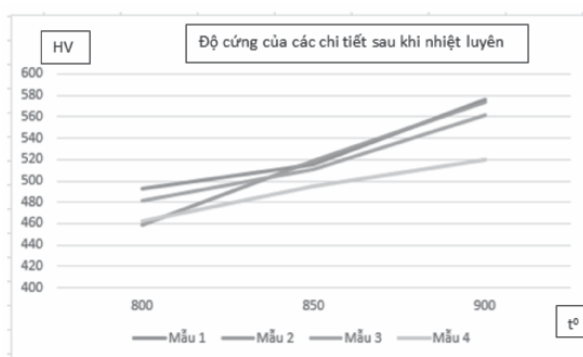
Mẫu 3; 7; 11 được nung trong môi trường có cung cấp khí N_2 , thời gian nung 1h giữ nhiệt và làm nguội trong môi trường nước sạch 20°C, sau đó được ram 200°C trong lò điện trở thời gian giữ nhiệt 1 phút và làm nguội trong không khí tĩnh.

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 tĩnh.

Nhìn vào kết quả đo độ cứng, ta nhận thấy khi phôi được nung trong môi trường có cung cấp thêm N_2 , độ cứng chi tiết được tăng lên, tuy nhiên còn phụ thuộc nhiều yếu tố.

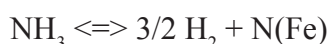
2.3. Xử lý số liệu và thảo luận kết quả

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



Hình 1.6. Kết quả thí nghiệm

Từ (Hình 1.6), ta thấy khi nung phôi trong môi trường được cấp thêm khí N_2 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 N_2 đã được tăng lên, điều này phù hợp với các nghiên cứu của [2, 5]. Khi thấm N_2 ở thể khí thông thường chi tiết được nung tới nhiệt độ khoảng 510°C (500÷575°C) trong môi trường phân hủy khí Amoniac. Ở nhiệt độ thấm Nitơ, khí Amoniac phân hủy Nitơ nguyên tử và bị hấp thụ bởi thép theo phản ứng:



Trong phản ứng trên, $N(Fe)$ là nguyên tử Nitơ bị hấp thụ trên bề mặt thép. Thép (chi tiết) trước khi thấm Nitơ 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 N_2 [1, 3] trong môi trường giàu khí N_2 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 1.6). 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 N_2 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 hai chi tiết được thấm và không thấm đều tăng mạnh do chi tiết được nung trong môi trường giàu khí N_2 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 dẫn 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 giòn, 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 dai. 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 N_2 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 N_2 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 chi tiết vừa nâng cao độ cứng, độ bền của chi tiết nên việc nghiên cứu đưa khí N_2 vào nhiệt luyện [6] là việc làm cần thiết để phục vụ giảng dạy cho sinh viên, đồng thời tham gia sản xuất phục vụ cho các ngành công nghiệp là một nhiệm vụ quan trọng. Khi cung cấp thêm khí N_2 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 N_2 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 và phù hợp điều kiện của Việt Nam.

Lời cảm ơn:

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

Ngày nhận bài: **08/12/2023**

Ngày phản biện: **15/12/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Lục Vân Thương (2016); “*Ứng dụng công nghệ thấm nitơ xung Plasma làm tăng tính chịu mài mòn cho các chi tiết máy*”, Phòng Thí nghiệm trọng điểm Công nghệ 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 Nitơ 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 offire-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
- [6]. <https://www.google.com>