

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THỜI GIAN Ủ KẾT TINH LẠI ĐẾN TÍNH NĂNG CHỐNG ẼN MÒN CỦA THÉP KHÔNG GỈ AUSTENIT AISI 304 SAU LASER XUNG KÍCH

EFFECT OF RECRYSTALLIZATION ANNEALING TIME ON THE INTERGRANULAR CORROSION RESISTANCE OF STAINLESS STEEL AISI 304 AFTER LASER SHOCKING

TRẦN VĂN NGHĨA, PHÙNG TUẤN ANH
Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt

Trong bài báo này, các tác giả đã tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của thời gian ủ kết tinh lại ở nhiệt độ 947°C đến khả năng chống ẽn mòn tinh giới của thép không gỉ AISI 304 sau xử lý laser xung kích. Qua thử nghiệm cho thấy, thời gian ủ kết tinh lại càng dài thì tính chống ẽn mòn càng tăng, và tốt nhất khoảng 20 h ở 947°C.

Từ khóa: Thép không gỉ austenit, laser xung kích, ủ kết tinh lại, tính chống ẽn mòn tinh giới.

Abstract

In this paper, the authors studied effect of recrystallization annealing time on the intergranular corrosion resistance of stainless steel AISI 304 after laser shocking. The testing results showed that intergranular corrosion resistance increases with the increase of recrystallization annealing time. The optimum recrystallization annealing time is about 20 hours at 947°C.

Key words: austenitic stainless steel, laser shocking, recrystallization annealing, intergranular corrosion resistance

1. Đặt vấn đề

Ủ kết tinh lại là một bước nguyên công trong kỹ thuật tinh giới [1÷4]. Đây là một kỹ thuật mới nhằm cải thiện tính chống ẽn mòn tinh giới hạt đối với thép không gỉ. Quá trình ủ kết tinh lại có kèm theo hình thành tổ chức hạt có biên giới góc nhỏ, trong đó song tinh là loại biên giới hạt góc nhỏ điển hình. Các biên giới hạt góc nhỏ này sẽ chặn đứng sự liên tục của biên giới hạt góc lớn và từ đó sẽ làm giảm độ nhạy ẽn mòn đối với ẽn mòn tinh giới hạt [1], [2]. Bài báo sẽ phân tích cụ thể kết quả đạt được sau khi xử lý bằng laser xung kích và ủ kết tinh lại đối với mẫu thép không gỉ.

2. Thử nghiệm

Vật liệu được lựa chọn trong thử nghiệm là các mẫu thép không gỉ AISI 304 có thành phần hóa học như trong bảng 1.

Bảng 1. Thành phần hóa học của thép không gỉ AISI 304

Hàm lượng các nguyên tố, %						
Cr	Ni	Mn	Si	C	P	Fe
17,5	8,02	2,0	1,0	0,07	0,03	Còn lại

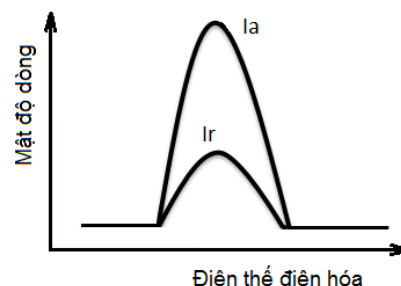
Các mẫu có kích thước ban đầu là (10x10x7) mm sau khi được xử lý laser xung kích với cường độ năng lượng 4000 mJ sẽ được ủ kết tinh lại ở 947°C với thời gian lần lượt là 5 h, 10 h, 15h và 20 h, sau đó được làm nguội trong nước đá. Sau khi ủ kết tinh lại, mẫu lại được nung lên 650°C, giữ nhiệt 1 h để tăng tính nhạy tằm thực cho mẫu. Ký hiệu các mẫu thử nghiệm được chỉ ra trong bảng 2.

Bảng 2. Trạng thái và ký hiệu mẫu thử nghiệm

Trạng thái mẫu	Ký hiệu
Mẫu gốc (4000 mJ, 947°C, không Ủ kết tinh lại)	Bm
Mẫu 1 (4000 mJ, 947°C, 5h)	01
Mẫu 2 (4000 mJ, 947°C, 10h)	02
Mẫu 3 (4000 mJ, 947°C, 15h)	03
Mẫu 4 (4000mJ, 947°C, 20h)	04

Các mẫu sau đó được đánh bóng, tẩy thực điện phân và tiến hành quan sát tổ chức tế vi cũng như tiến hành đo độ nhạy cảm ăn mòn theo phương pháp EPR (Electrochemical potentiokinetic reactivation) [5] và phương pháp đường cong phân cực Tafel trên máy đo đa năng Chi614C tại phòng thí nghiệm vật liệu - Đại học Khoa học và Công nghệ Nam Kinh - Trung Quốc.

Phương pháp EPR là một phương pháp đáng tin cậy hiện nay trong nghiên cứu độ nhạy ăn mòn đối với các loại vật liệu có màng thụ động ăn mòn. Sơ đồ thực nghiệm của phương pháp được chỉ ra trên hình 1. Sử dụng dung dịch 0,5mol/L H₂SO₄+0,01mol/L KSCN làm dung dịch điện li, tiến hành quét với điện thế điện hóa tăng dần và ứng với mật độ dòng ăn mòn *I_a*, sau khi đạt đến trạng thái thụ động thì tiến hành quét ngược lại, điện thế điện hóa giảm dần về vùng hoạt động và ứng với mật độ dòng ăn mòn *I_r*.



Hình 1. Sơ đồ quá trình thử nghiệm theo phương pháp EPR

Độ nhạy cảm ăn mòn của vật liệu được đánh giá thông qua đại lượng độ tái hoạt hóa của vật liệu *R_a*, được xác định theo công thức:

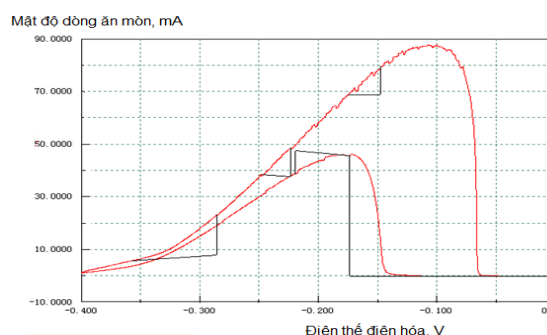
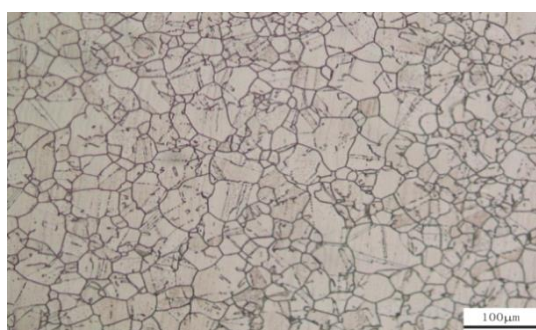
$$Ra = \frac{I_r}{I_a} \times 100\%$$

Khi *R_a* càng lớn, độ nhạy ăn mòn của vật liệu càng lớn.

Phương pháp đường cong phân cực Tafel dùng để xác định tốc độ ăn của vật liệu thông qua điện thế điện hóa ăn mòn. Đây là đường cong biểu diễn mối quan hệ giữa mật độ dòng ăn mòn (theo logarit - *lgi*) và điện thế điện hóa (*E*). Khi quét *lgi* theo *E* thì ở lân cận điện thế ăn mòn giá trị của *lgi* sẽ thay đổi rất nhanh và tạo ra một cực trị, giá trị điện thế điện hóa ứng với cực trị này chính là điện thế ăn mòn. Điện thế ăn mòn càng nhỏ thì vật liệu càng dễ bị ăn mòn.

3. Kết quả và thảo luận

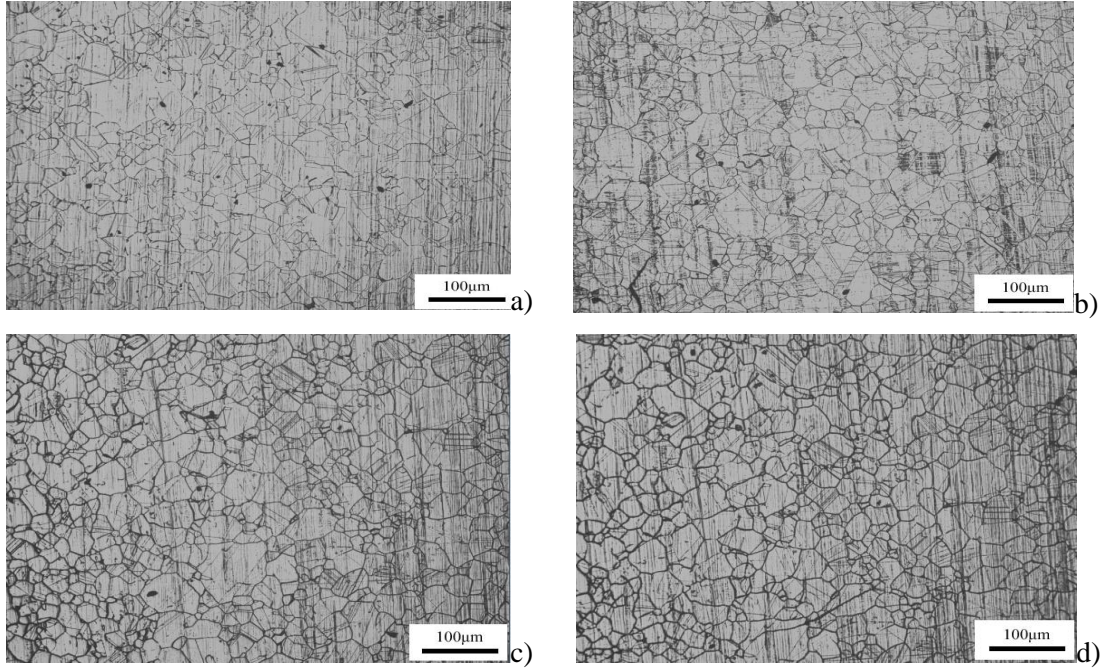
Tổ chức mẫu gốc sau khi xử lý Laser xung kích (hình 2.a) và kết quả đo giá trị độ nhạy cảm ăn mòn theo phương pháp EPR (hình 2.b) cho thấy, tỉ số *I_r/I_a* khá lớn, nên tính chống ăn mòn của mẫu gốc tương đối thấp.



a)

b)

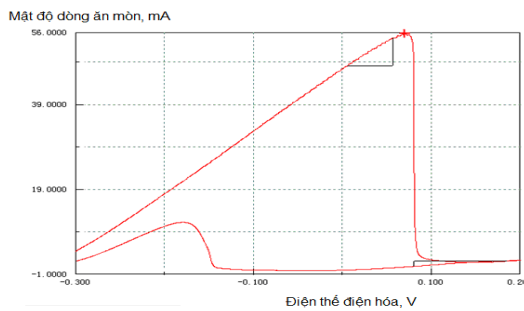
Hình 2. a) Tổ chức mẫu gốc (Bm) sau laser xung kích, b) kết quả thí nghiệm EPR
Tổ chức các mẫu sau ủ kết tinh lại với thời gian khác nhau được cho trên hình 3.



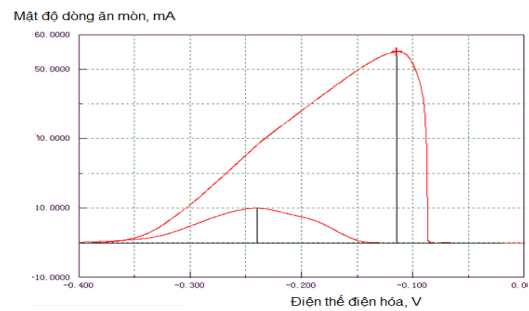
Hình 3. Tổ chức các mẫu sau ủ kết tinh lại với thời gian ủ kết tinh lại khác nhau
a) 5 h (mẫu 01); b) 10 h (mẫu 02); c) 15 h (mẫu 03); d) 20 h (mẫu 04).

Thời gian ủ càng dài, quá trình kết tinh lại càng hoàn thiện, tổ chức tương đối đồng đều. Một số hạt có kích thước lớn là do quá trình lớn lên của hạt khi ủ thời gian dài ở nhiệt độ cao.

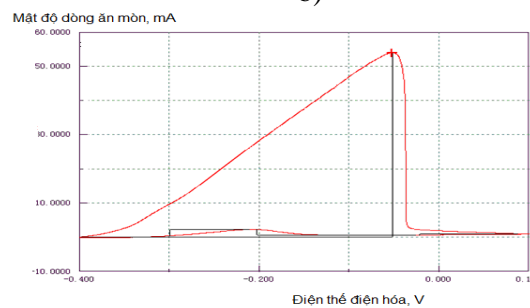
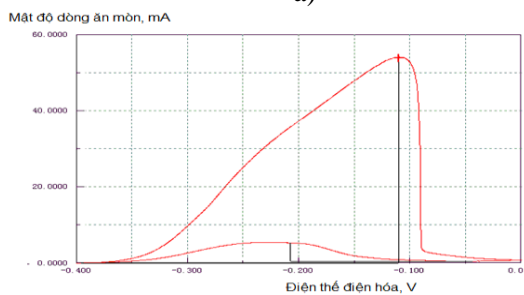
Kết quả thử nghiệm tính chống ăn mòn của thép sau ủ kết tinh lại theo EPR được cho trong hình 4.



a)



b)



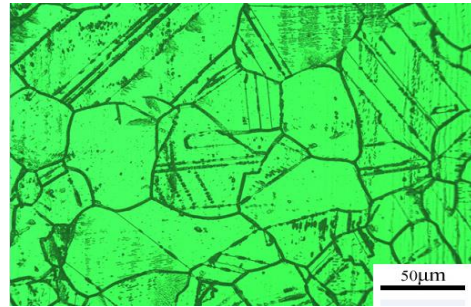
c)

d)

Hình 4. Kết quả thí nghiệm EPR đối với các mẫu:

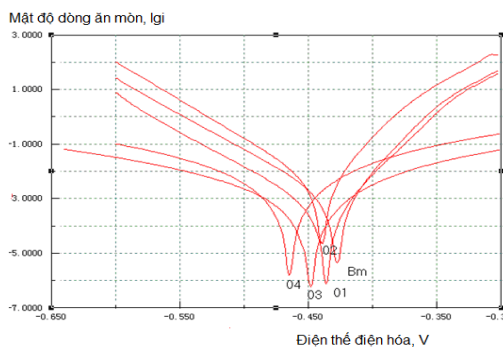
a) 5h (mẫu 01); b) 10h (mẫu 02); c) 15h (mẫu 03); d) 20h (mẫu 04).

Kết quả thí nghiệm EPR đối với các mẫu thép được ủ kết tinh lại với thời gian khác nhau cho thấy, thời gian ủ càng dài thì độ nhạy ăn mòn càng thấp, điều này có thể được giải thích do trong quá trình ủ có kèm theo sự hình thành các tinh thể song tinh có tác dụng chặn đứng sự liên thông của biên giới hạt, hạn chế sự ăn mòn phát triển. Thời gian ủ càng dài thì lượng song tinh tạo ra sẽ càng nhiều, nên tính năng chống ăn mòn càng được cải thiện (hình 5).

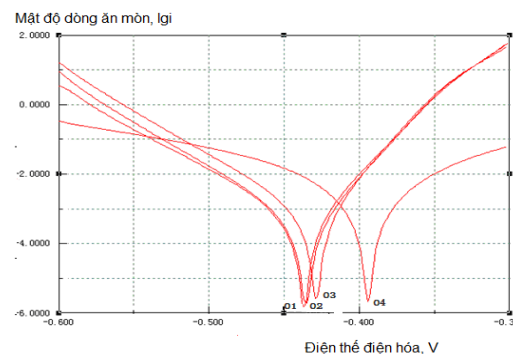


Hình 5. Tổ chức tế vi mẫu ủ kết tinh lại sau 20h

So sánh kết quả thí nghiệm về tính năng chống ăn mòn của thép theo phương pháp đường cong Tafel cho thấy: Nếu chỉ tiến hành laser xung kích mà không ủ kết tinh lại thì tính chống ăn mòn sẽ không được cải thiện, ngược lại còn thêm nghiêm trọng (hình 6.a). Sau laser xung kích và ủ kết tinh lại thì kết quả thu được hoàn toàn trái ngược, tính năng chống ăn mòn của thép được cải thiện rõ rệt, thời gian ủ càng dài thì khả năng chống ăn mòn càng lớn, tốt nhất là ở 20h (hình 6.b). Điều này cho kết quả tương đồng đối với kết quả thí nghiệm EPR, cũng như kết quả định tính từ lý thuyết.



a)



b)

Hình 6. Kết quả thí nghiệm đôi chiều các mẫu không qua ủ (a) và qua ủ kết tinh lại (b) theo phương pháp đường cong phân cực Tafel

4. Kết luận

Chế độ nhiệt luyện có quan hệ rất lớn đến sự thành bại của kỹ thuật tinh giới, trong đó, yếu tố lựa chọn thời gian ủ kết tinh lại là một trong những tham số quan trọng. Nếu chỉ đơn thuần tiến hành laser xung kích thì tính năng chống ăn mòn của thép không gỉ AISI 304 không được cải thiện, ngược lại còn làm tăng khả năng bị ăn mòn. Sau khi xử lý laser xung kích và ủ thì kết quả cho thấy: Thời gian ủ càng dài thì tính năng chống ăn mòn càng được cải thiện, và tốt nhất là khoảng 20h ở nhiệt độ 947 °C./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. V.Randle. Grain boundary engineering: an overview after 25 years [J]. *Materials science and technology*, 2010, 26(30): 253-260
- [2]. M.Shimada, H.Kokawa, Z.J.Wang, Y.S.Sato, I.Karibe. Optimization of grain boundary character distribution for intergranular corrosion resistance 304 stainless steel by twin-induced grain boundary engineering [J]. *Acta Materialia*, 2002, 50: 2331-2341.
- [3]. V.Randle. Role of grain boundary plane in grain boundary engineering [J]. *Materials science and technology*, 2010, 26(7).

- [4]. 罗鑫. 304 不锈钢的晶界特征分布及其对应力腐蚀开裂的影响 [D]. 上海大学, 硕士学位论文, 2009.
- [5]. 高中平, 陈范才, 赵常就. 动电位再活化法评价晶间腐蚀敏感性的各种判据[J]. 四川化工与腐蚀控制, 1999, 2(3): 40-44.

