

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM  
VIETNAM ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

# TẠP CHÍ HÓA HỌC

VIETNAM JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 0866-7144

**HỘI NGHỊ  
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ HÓA HỌC  
CHO PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

**5***e12* **55**  

---

2017

## Ảnh hưởng của chất điện đầy phát phát nhôm chứa hạt nano $\text{Al}_2\text{O}_3$ đến khả năng bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường NaCl của lớp phủ plasma $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$

Phạm Thị Hà<sup>1\*</sup>, Phạm Thị Lý<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Tuấn<sup>1</sup>, Lê Thu Quý<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

<sup>2</sup>Phòng thí nghiệm trọng điểm Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt - Viện nghiên cứu cơ khí

Đến Tòa soạn 13-7-2017; Chấp nhận đăng 20-10-2017

### Abstract

In the present study,  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40 wt.}\%$   $\text{TiO}_2$  composite coatings were fabricated on CT3 steel substrate by plasma spraying technique. The coatings were sealed with aluminum phosphate solution contained 5 wt.%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanoparticles and then heat treated at  $400^\circ\text{C}$ . The corrosion protective resistance ability of the coating in NaCl solution was studied by electrochemical measurements in combination with scanning electron microscope (SEM) method. The study results showed that the corrosion resistance of  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40 wt.}\%$   $\text{TiO}_2$  coating sealed with aluminum phosphate contained  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanoparticles is better than the coating sealed with aluminum phosphate uncontain  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanoparticles and the unsealed coating. Some interpretation and discussion about the experimental results were given.

**Keywords.**  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  coatings, aluminum phosphate, plasma spraying,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanoparticles.

### 1. MỞ ĐẦU

Thép cacbon là loại vật liệu được sử dụng nhiều trong công nghiệp. Tuy nhiên, thép cacbon dễ bị ăn mòn và mài mòn khi làm việc trong môi trường khắc nghiệt [1]. Một trong những phương pháp được ứng dụng rộng rãi hiện nay để bảo vệ thép khỏi các tác nhân gây ăn mòn và mài mòn là sử dụng các lớp phun phủ nhiệt. Loại lớp phủ được sử dụng thường xuyên trong môi trường làm việc khắc nghiệt là các lớp phủ gốm oxit [2].

Trong tất cả các vật liệu gốm, nhôm oxit ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) được ứng dụng nhiều trong chế tạo các lớp phủ do chúng có độ cứng cao, tính bền hóa học, chống ăn mòn và mài mòn tốt [1]. Các lớp phủ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  chế tạo bằng công nghệ phun phủ plasma có khả năng hoạt động dưới các điều kiện khắc nghiệt như tải trọng cao, tốc độ cao, nhiệt độ cao, môi trường mài mòn và môi trường biển. Đặc tính của lớp phủ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  có thể được nâng cao khi gia cường thêm  $\text{TiO}_2$  vào trong lớp phủ [3, 4]. Những năm gần đây, khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  đang được nhiều nhà khoa học trên thế giới quan tâm nghiên cứu [5-11].

Bài báo này sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40}\%$   $\text{TiO}_2$  chế tạo bằng phương pháp phun phủ plasma kết hợp với chất điện đầy phát phát nhôm

chứa hạt nano  $\text{Al}_2\text{O}_3$  trong môi trường NaCl 3,5 %.

### 2. THỰC NGHIỆM

#### 2.1. Hóa chất

Hóa chất chính được sử dụng trong nghiên cứu gồm: bột NiCr kích thước khoảng  $15 \div 45 \mu\text{m}$  (Trung Quốc), bột  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40}\%$   $\text{TiO}_2$  kích thước khoảng  $15 \div 45 \mu\text{m}$  (Trung Quốc), bột  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  kích thước khoảng 150 nm (Mỹ), axit photphoric  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85% (Đức), bột nhôm hydroxit  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (Đức), nền thép CT3.

#### 2.2. Phương pháp chuẩn bị mẫu

Hệ lớp phủ composite  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40}\%$   $\text{TiO}_2$ /lớp lót NiCr/nền CT3 được chế tạo bằng thiết bị phun plasma 3710-PRAXAIR-TAFA (Mỹ) tại Phòng thí nghiệm trọng điểm Công nghệ Hàn và Xử lý bề mặt – Viện Nghiên cứu Cơ khí, với các thông số công nghệ được đưa ra trong bảng 1. Chiều dày trung bình của lớp lót NiCr khoảng  $100 \div 120 \mu\text{m}$ , của lớp phủ  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-40}\%$   $\text{TiO}_2$  khoảng  $300 \div 400 \mu\text{m}$ , được xác định bằng thiết bị Mitutoyo DIGI-DERM 745 (Nhật Bản).

Dung dịch phát phát nhôm được điều chế từ axit photphoric ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ , 85%) phản ứng với nhôm

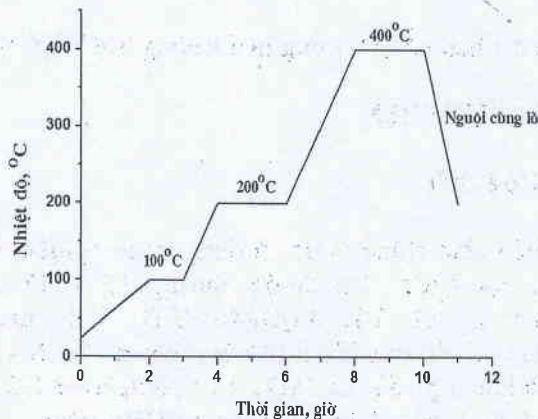


hydroxit  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dạng bột, tỉ lệ mol  $\text{P}/\text{Al} = 3,0$ . Hòa tan bột nhôm hydroxyt trong axit photphoric trên bếp gia nhiệt có khuấy từ, tăng dần nhiệt độ đến  $(110\pm 120)^\circ\text{C}$  và khuấy đến khi dung dịch trở nên đồng nhất, sau đó bổ sung thêm 20 % nước về khối lượng và khuấy đều. Dung dịch có độ nhớt đo bằng phép loại BZ-4 là 72,15 s, khối lượng riêng là 1,631 g/ml. Tiếp tục thêm 5 % bột nano  $\text{Al}_2\text{O}_3$  vào dung dịch phot phát nhôm; khuấy bằng máy khuấy liên tục trong 24 h để bột  $\text{Al}_2\text{O}_3$  phân tán đều trong dung dịch.

Sau khi thực hiện xong phản ứng, hỗn hợp phot phát nhôm được để ổn định 12 h tại nhiệt độ phòng, rồi được quét từ từ lên bề mặt lớp phủ  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -40% $\text{TiO}_2$  đến khi quan sát thấy dung dịch không còn thấm thấu được vào trong lớp phủ nữa thì dừng. Tiếp tục bảo quản tại nhiệt độ phòng 12 h trước khi xử lý nhiệt. Các mẫu được xử lý nhiệt theo quy trình đưa ra trên hình 1 trong thiết bị Lò nung Nabertherm (Đức) tại Viện Kỹ thuật nhiệt đới – Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam. Ký hiệu mẫu lớp phủ được trình bày trong bảng 2.

Bảng 1: Chế độ công nghệ phun plasma

STT	Chế độ phun	Thông số công nghệ	
		Lớp lót NiCr	Lớp phủ $\text{Al}_2\text{O}_3$ -40% $\text{TiO}_2$
1	Cường độ dòng điện (A)	380	550
2	Điện thế (V)	24	24
3	Lưu lượng khí Ar (lít/phút)	50	60
4	Lưu lượng khí $\text{H}_2$ (lít/phút)	8	8
5	Khoảng cách phun (mm)	100	100
6	Tốc độ cấp bột (g/phút)	30	50



Hình 1: Biểu đồ xử lý nhiệt

Bảng 2: Ký hiệu mẫu

STT	Loại mẫu	Kí hiệu
1	Lớp phủ không có phot phát nhôm, có xử lý nhiệt	AT-T
2	Lớp phủ có phot phát nhôm, 0% hạt nano $\text{Al}_2\text{O}_3$ , có xử lý nhiệt	AT-P0
3	Lớp phủ có phot phát nhôm, 5% hạt nano $\text{Al}_2\text{O}_3$ , có xử lý nhiệt	AT-P5

### 2.3. Phương pháp nghiên cứu

Khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -40 % $\text{TiO}_2$  được nghiên cứu trong môi trường  $\text{NaCl}$  3,5 %. Các mẫu thí nghiệm ăn mòn được ngâm liên

tục trong 504 h. Các phép đo điện hóa được thực hiện trên thiết bị đo điện hóa AUTOLAB PGSTAT 302N tại Viện Khoa học Vật liệu - Viện Hàn lâm Khoa học và công nghệ Việt Nam với hệ đo ba điện cực: điện cực đối là tấm platin, điện cực so sánh là calomen bão hòa (SCE). Điện cực làm việc là mẫu lớp phủ có diện tích bề mặt 1  $\text{cm}^2$ . Phương pháp quét đường cong phân cực được sử dụng để xác định điện thế ăn mòn  $E_{\text{corr}}$ , mật độ dòng ăn mòn  $J_{\text{corr}}$  và điện trở phân cực  $R_p$ . Tốc độ quét điện thế là 0,166 mV/s. Khoảng điện thế quét là  $\pm 30$  mV quanh điện thế mạch hở. Quy trình đo được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM G59. Phổ tổng trở được quét trong khoảng tần số  $10^4$ - $10^{-2}$  Hz với 10 điểm/decade và biên độ dao động thế là 5 mV.

Cấu trúc mặt cắt ngang của các mẫu trước và sau khi ngâm trong dung dịch  $\text{NaCl}$  3,5% được phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) trên thiết bị JEOL JMS-6490.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

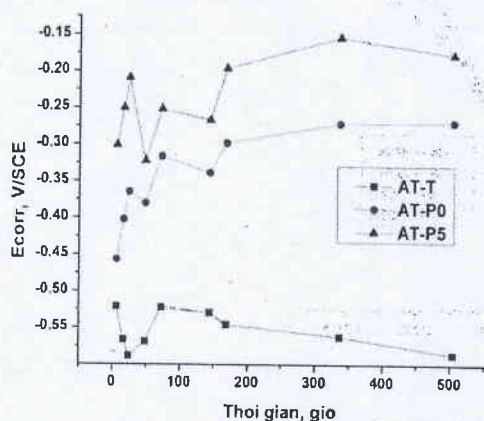
### 3.1. Quét đường cong phân cực

Biểu đồ  $E_{\text{corr}} - t$  (hình 1) cho thấy các mẫu lớp phủ AT-P0 và AT-P5 sau 504 h ngâm có  $E_{\text{corr}}$  biến đổi theo xu hướng tương tự nhau và  $E_{\text{corr}}$  có giá trị dương hơn khá nhiều so với mẫu AT-T ở tất cả các thời điểm ngâm mẫu. Điều này cho thấy, mẫu AT-P0 và AT-P5 sau 504 h ngâm, dung dịch  $\text{NaCl}$  có

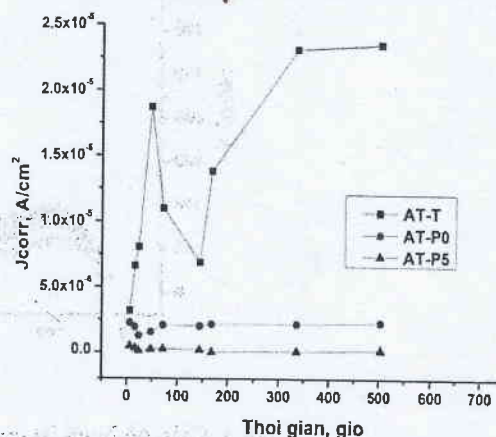


thể vẫn chưa thấm thấu tới bề mặt nền thép. Biểu đồ  $J_{corr} - t$  (hình 2) cho thấy, mẫu AT-P5 có mật độ dòng ăn mòn khá ổn định sau các thời điểm ngâm mẫu và có giá trị thấp hơn so với mẫu AT-P0 và AT-T. Điều này có thể được giải thích là do mẫu AT-P5 với 5 % hạt nano  $Al_2O_3$  thêm vào phốt phát nhôm đã làm cho cấu trúc của lớp phủ này trở nên đặc khít hơn so với mẫu AT-P0. Sau khi xử lý tới 400 °C, nước trong dung dịch phốt phát nhôm đã bay hơi toàn bộ, các hạt nano  $Al_2O_3$  và phốt phát nhôm kết dính thành một khối chất rắn lấp đầy các lỗ xốp hờ. Trong khi đó, đối với mẫu phốt phát nhôm không thêm hạt nano AT-P0, do khối lượng riêng thấp hơn AT-P5 nên sau khi nước bay hơi, phốt phát nhôm co ngót sẽ để lại phần khoảng trống nhiều hơn trong lỗ xốp, dẫn tới hiệu quả che phủ lỗ xốp giảm. Như vậy, sự có mặt của hạt nano trong dung dịch phốt phát nhôm đã góp phần cản trở đáng kể quá trình thấm

thấu của dung dịch đến bề mặt nền thép đồng thời cản trở quá trình khuếch tán các sản phẩm ăn mòn từ lớp phủ vào trong dung dịch, làm tăng khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ. Đối với mẫu AT-T, trong giai đoạn đầu từ 6 h đến 48 h ngâm mẫu, mật độ dòng ăn mòn tăng mạnh từ  $3,2 \times 10^{-6}$  A/cm<sup>2</sup> đến  $2,3 \times 10^{-5}$  A/cm<sup>2</sup> và có xu hướng giảm dần đến mốc 144 h ngâm mẫu. Sau đó, mật độ dòng ăn mòn có xu hướng tăng ở giai đoạn sau, điều này là do lớp phủ AT-T có độ xốp cao, trong giai đoạn đầu ngâm mẫu, dung dịch đã thấm thấu dần vào bên trong lớp phủ, dẫn đến tốc độ ăn mòn tăng dần. Theo thời gian ngâm mẫu, các sản phẩm ăn mòn của lớp phủ chưa kịp khuếch tán vào dung dịch đã cản trở sự thấm thấu của dung dịch vào trong lớp phủ do đó tốc độ ăn mòn giảm. Sau 144 h, mật độ dòng ăn mòn có xu hướng tăng dần có thể do dung dịch đã thấm thấu đến bề mặt nền thép, gây ra ăn mòn đối với nền thép.



Hình 1: Biến thiên của điện thế ăn mòn  $E_{corr}$  theo thời gian  $t$



Hình 2: Biến thiên của mật độ dòng ăn mòn  $J_{corr}$  theo thời gian  $t$

### 3.2. Phổ tổng trở điện hóa

Giản đồ Nyquist của các lớp phủ  $Al_2O_3-40\%TiO_2$  sau khi ngâm trong dung dịch NaCl 3,5 % trong 16 h, 48 h, 144 h và 504 h được thể hiện trên hình 3. Kết quả cho thấy, tổng trở đo được của mẫu lớp phủ AT-T trong các thời điểm khảo sát đều nhỏ hơn rất nhiều so với các mẫu lớp phủ AT-P0 và AT-P5. Điều đó cho thấy phốt phát nhôm đã hạn chế đáng kể tốc độ ăn mòn của lớp phủ trong dung dịch NaCl 3,5 %. Đối với hai mẫu AT-P0 và AT-P5, dạng phổ tổng trở gần như không thay đổi sau 504 h ngâm mẫu. Phổ tổng trở có hình dạng nửa bán cung đặc trưng cho quá trình ăn mòn xảy ra trên bề mặt lớp phủ. Các quá trình diễn ra bên trong lớp phủ cũng có thể đã diễn ra ở các lớp phủ này nhưng ở mức độ không đáng kể so với quá trình diễn ra tại bề mặt lớp phủ tiếp xúc trực tiếp với dung dịch, do đó bán cung thứ 2 không thấy xuất hiện trên phổ tổng trở điện hóa của hai mẫu lớp phủ này. Tổng trở đo được đối

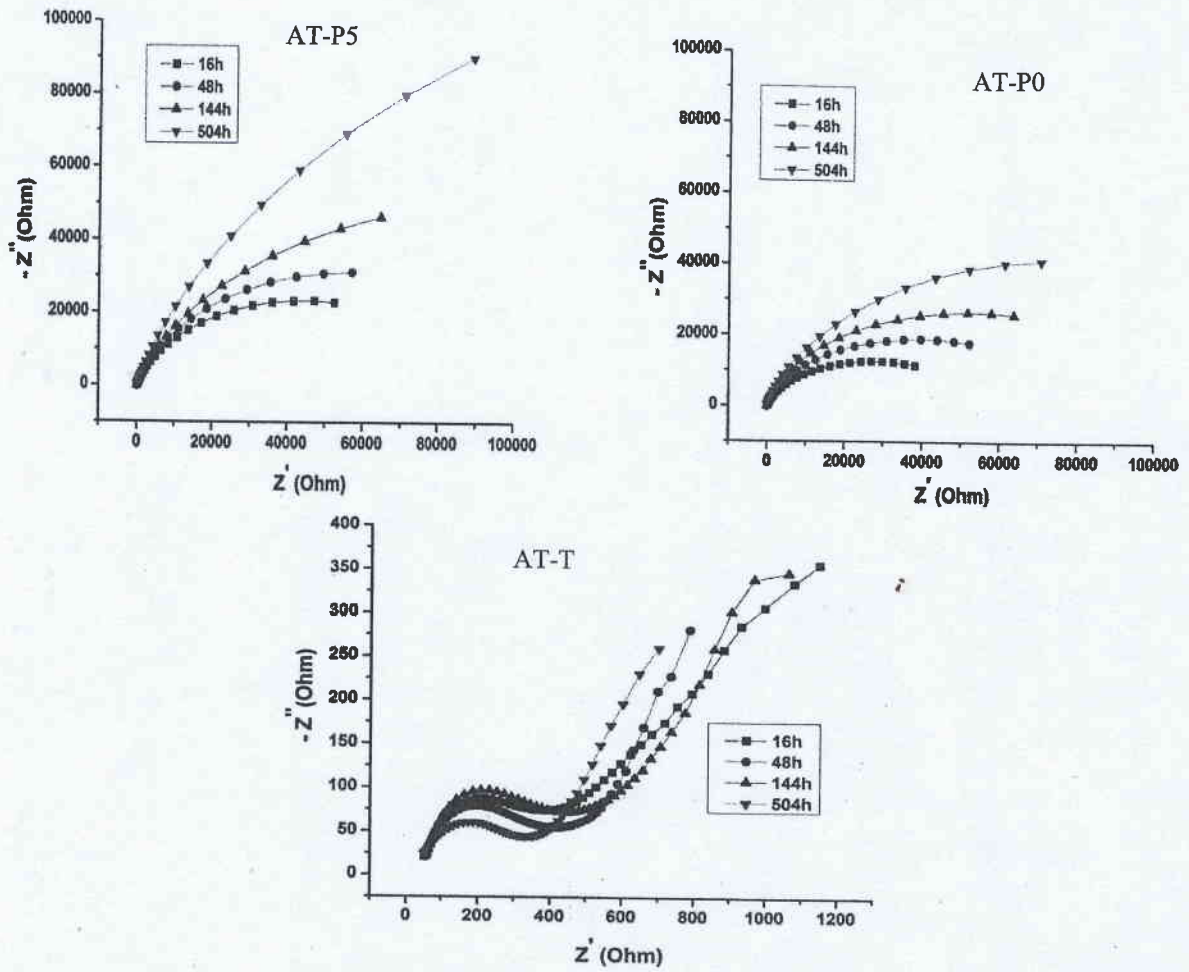
với mẫu AT-P5 cao hơn so với mẫu AT-P0 điều đó cho thấy tốc độ ăn mòn xảy ra đối với mẫu lớp phủ AT-P0 lớn hơn so với mẫu AT-P5. Sau 48 h ngâm mẫu, tổng trở điện hóa của mẫu AT-T giảm, sau đó tăng sau 144 h ngâm mẫu. Điều này phù hợp với kết quả đo đường cong phân cực. Sau 504 h ngâm mẫu, tổng trở của mẫu lớp phủ nhỏ hơn rất nhiều so với những thời điểm trước có thể do dung dịch đã thấm thấu đến bề mặt nền thép làm tốc độ ăn mòn tăng lên.

### 3.3. Phân tích ảnh SEM

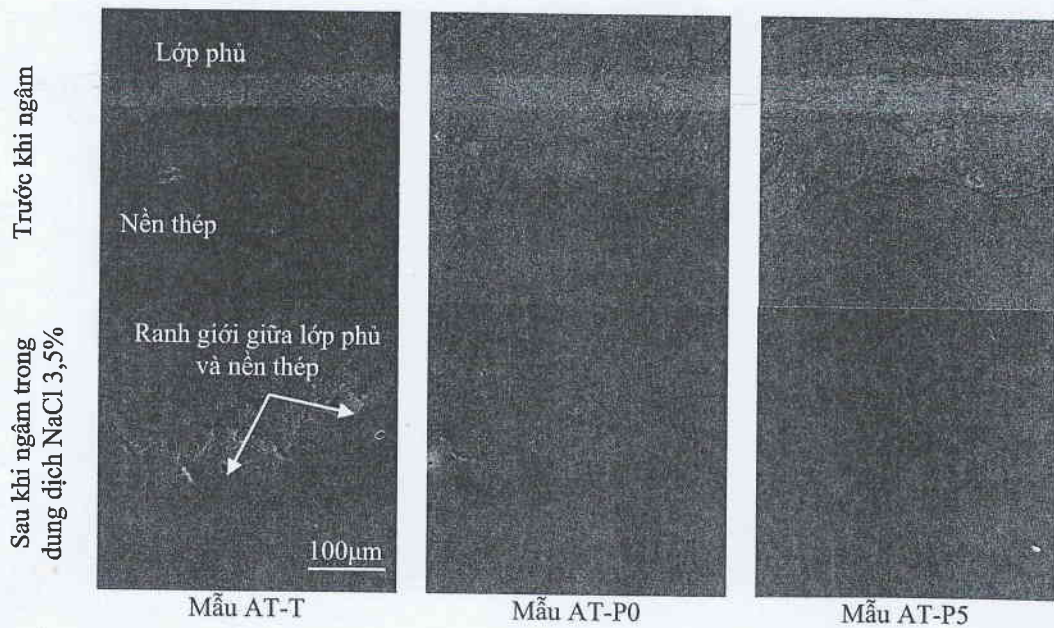
Ảnh cấu trúc mặt cắt ngang của các mẫu lớp phủ  $Al_2O_3-40\%TiO_2$  được thể hiện trên Hình 4. So sánh cấu trúc mặt cắt ngang của các mẫu lớp phủ trước và sau khi ngâm 504 h trong dung dịch NaCl 3,5% ta thấy, đối với mẫu AT-T, sau khi ngâm trong dung dịch NaCl, ranh giới giữa lớp phủ và nền thép có sự



tách biệt. Đối với mẫu AT-P0, ranh giới giữa lớp phủ và nền thép có sự bóc tách nhiều hơn so với



Hình 3: Biểu đồ Nyquist của các lớp phủ  $Al_2O_3-40\%TiO_2$  theo thời gian



Hình 4: Ảnh cấu trúc mặt cắt ngang của các mẫu lớp phủ trước và sau khi ngâm trong dung dịch NaCl 3,5%

mẫu AT-P5. Nguyên nhân là do độ xốp của mẫu lớp phủ AT-T tương đối lớn, dung dịch NaCl đã tấn công tới nền thép gây ra hiện tượng ăn mòn đối với nền thép và làm lớp phủ bị bóc tách khỏi bề mặt nền. Kết quả ảnh cấu trúc mặt cắt ngang của các lớp phủ hoàn toàn phù hợp với các kết quả đo điện hóa ở trên.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu ăn mòn theo thời gian trong môi trường NaCl 3,5 % bằng phương pháp quét đường cong phân cực và phổ tổng trở điện hóa cho thấy, mẫu lớp phủ  $Al_2O_3-40\%TiO_2$  được thẩm thấu với dung dịch phốt phát nhôm có chứa hạt nano  $Al_2O_3$  bị ăn mòn đến nền thép chậm hơn và bảo vệ chống ăn mòn tốt hơn so với mẫu lớp phủ được thẩm thấu dung dịch phốt phát nhôm không chứa hạt nano  $Al_2O_3$  và mẫu lớp phủ không được thẩm thấu với phốt phát nhôm. Kết quả đo điện hóa thu được phù hợp với việc phân tích ảnh cấu trúc mặt cắt ngang của các mẫu lớp phủ chụp bằng kính hiển vi điện tử quét.

**Lời cảm ơn.** Công trình này được hỗ trợ kinh phí nghiên cứu từ Quỹ đề tài trẻ cấp Viện Kỹ thuật nhiệt đới – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. S. Sathish, M. Geetha. *Comparative study on corrosion behavior of plasma sprayed  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $Al_2O_3/ZrO_2$  and  $ZrO_2/Al_2O_3$  coatings*, Trans. Nonferrous Met. Soc. China, **26**, 1336-1344 (2016).
2. N. Hegazy, M. Shoeib, Sh. Abdel-Samea, H. Abdel-Kader. *Effect of Plasma Sprayed Alumina Coating on Corrosion Resistance*, 13<sup>th</sup> International Conference on AEROSPACE SCIENCES & AVIATION TECHNOLOGY (2009).
3. S. Islak, S. Buytoz, E. Ersoz, N. Orhan, J. Stokes, M. Saleem Hashmi, I. Somunkiran, N. Tosun. *Effect on microstructure of  $TiO_2$  rate in  $Al_2O_3-TiO_2$  composite coating produced using plasma spray method*, Optoelectronics and Advanced Materials - Rapid communications, **6**, 844-849 (2012).
4. M. J. Ghazali, S. M. Forghani, N. Hassanuddin, A. Muchtar, A. R. Daud. *Comparative wear study of plasma sprayed  $TiO_2$  and  $Al_2O_3-TiO_2$  on mild steels*, Tribology International, **93**, 681-686 (2016).
5. Titan W, Wang Y, Zhang T, Yang Y. *Sliding wear and electrochemical corrosion behavior of plasma sprayed nanocomposite  $Al_2O_3-13\%TiO_2$  coatings*, Materials Chemistry and Physics, **118(1)**, 37-45 (2009).
6. Toma F L, Stahr C C, Berger L M, Saaro S, Herrmann M, Deska D, Michael G. *Corrosion resistance of APS- and HVOF-sprayed coatings in the  $Al_2O_3-TiO_2$  system*, Journal of Thermal Spray Technology, **19(1-2)**, 137-147 (2010).
7. J. Zhang, J. He, Y. Dong, X. Li, D. Yan. *Microstructure and properties of  $Al_2O_3-13\% TiO_2$  coatings sprayed using nanostructured powders*, Rare Metals, **26**, 391-397 (2007).
8. S. JIA, Y.Zou, J. Xu, J. Wang, L. Yu. *Effect of  $TiO_2$  content on properties of  $Al_2O_3$  thermal barrier coatings by plasma spraying*, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, **25**, 175-183 (2015).
9. K. Jafarzadeh, Z. Valefi, B. Ghavidel. *The effect of plasma spray parameters on the cavitation erosion of  $Al_2O_3-TiO_2$  coatings*, Surface and Coatings Technology, **205**, 1850-1855 (2010).
10. F. Vargas, H. Ageorges, P. Fauchais, M.E. López, J.A. Calderon. *Permeation of saline solution in  $Al_2O_3-13wt.\% TiO_2$  coatings elaborated by atmospheric plasma spraying*, Surface and Coatings Technology, **220**, 85-89 (2013).
11. N. H. N. Yusoff, M. J. Ghazali, M.C. Isa, A.R. Daud, A. Muchtar. *Effects of powder size and metallic bonding layer on corrosion behaviour of plasma-sprayed  $Al_2O_3-13\% TiO_2$  coated mild steel in fresh tropical seawater*, Ceramics International, **39**, 2527-2533 (2013).

**Liên hệ: Phạm Thị Hà**

Viện Kỹ thuật nhiệt đới

Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

E-mail: hapham205@gmail.com; Điện thoại: 0963629033.



- 9 Hấp phụ ion Mn(II) trong môi trường nước sử dụng vật liệu graphite hoạt hóa KOH. 44 19  
 Adsorption of Mn(II) from aqueous solution by graphite modified KOH.  
*Hà Xuân Sơn, Đỗ Trà Hương, Trần Thị Như, Đặng Văn Thành*
- 10 Ảnh hưởng của chất điền đầy phốt phát nhôm chứa hạt nano Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> đến khả năng bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường NaCl của lớp phủ plasma Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>. 48 20  
 Effects of aluminum phosphate sealant containing Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles on the corrosion protective resistance ability of the Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> plasma sprayed coating in NaCl media.  
*Phạm Thị Hà, Phạm Thị Lý, Nguyễn Văn Tuấn, Lê Thu Quỳnh*
- 11 Hấp phụ Cd(II) trong môi trường nước sử dụng vật liệu hấp phụ bã chè biến tính KOH. 51 21  
 Adsorption of Cd(II) from aqueous solution using KOH-modified waste tea residue.  
*Đỗ Trà Hương, Nguyễn Quốc Dũng, Nguyễn Thị Kim Ngân, Nguyễn Thị Ánh Tuyết, Hà Xuân Linh*
- 12 Nghiên cứu hấp phụ As(III) từ dung dịch bằng vật liệu nano CeO<sub>2</sub>. 59 22  
 Study on adsorption of As(III) from aqueous solution by nanomaterial CeO<sub>2</sub>.  
*Đào Hồng Đức, Đào Ngọc Nhiệm, Nguyễn Quang Bắc, Đỗ Quang Trung*
- 13 Trùng hợp ghép quang hóa 1-vinyl-2-pyrrolidinone biến tính bề mặt màng lọc polyetetesulfon. 64 23  
 Photochemical grafting polymerization of 1-vinyl-2-pyrrolidinone to modify polyethersulfone membrane surface.  
*Nguyễn Thị Minh Châu, Ngô Hồng Ánh Thu, Trần Thị Dung*
- 14 Tổng hợp, đặc trưng vật liệu MnO<sub>2</sub>/SBA-15 với nguồn silic từ tro trấu bằng phương pháp kết tủa hoá học. 69 24  
 Synthesis, characterization of MnO<sub>2</sub>/SBA-15 material with silica source from rice husk ash by chemical precipitation method.  
*Hoàng Văn Đức*
- 15 Vật liệu xúc tác PtCu/VC cho phản ứng anot và catot trong pin nhiên liệu. 75 25  
 PtCu/VC catalysts for anode and cathode reactions in fuel cell.  
*Vũ Thị Hồng Phượng, Trần Văn Mẫn, Lê Mỹ Loan Phụng*
- 16 Nghiên cứu xử lý bề mặt vật liệu nhôm hợp kim 6061 bằng phương pháp oxi hóa điện ly plasma. 80 26  
 Surface treatment of 6061 aluminum alloy by plasma electrolytic oxidation method.  
*Đỗ Chí Linh, Phạm Thị San, Nguyễn Ngọc Phong, Ngô Thị Ánh Tuyết, Phạm Hồng Hạnh*
- 17 Tổng hợp nanocompozit từ tính kháng khuẩn sắt từ/bạc trên nền chitosan sử dụng dung dịch tẩy gỉ của nhà máy thép. 85 27  
 Synthesis of magnetic antibacterial nanocomposite Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/Ag-chitosan using spent pickling liquors.  
*Vũ Xuân Minh, Lê Bảo Thoa, Lê Trọng Lưu, Phạm Hồng Nam, Lê Thị Mai Hương, Hoàng Văn Hùng, Nguyễn Tuấn Dung*
- 18 Nghiên cứu khả năng xử lý phẩm màu rhodamine B trên xúc tác TiO<sub>2</sub>/hydromagnesite. 89 28  
 Removal treatment of Rhodamine B Dye aqueous solution over TiO<sub>2</sub>-/hydromagnesite catalysts.  
*Nguyễn Tố Uyên, Hán Thị Phương Nga, Nguyễn Tiến Thảo*