

ẢNH HƯỞNG CỦA TỈ LỆ MOL $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ ĐẾN ĐẶC TÍNH BẢO VỆ CỦA LỚP SƠN GIÀU KẼM KALI SILICAT VỚI PIGMENT HỢP KIM Zn-Al DẠNG VẢY

Lê Thị Nhung^{1*}, Hứa Thị Trung Hiếu², Phạm Đức Thịnh¹, Trương Anh Khoa¹, Nguyễn Hoàng¹,
Trần Đình Bình¹, Phan Minh Phương¹

¹Viện Nghiên cứu và ứng dụng công nghệ Nha Trang

²Học viện Khoa học và công nghệ

Tóm tắt: Trong bài báo này, ảnh hưởng của việc tăng tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ đến tính chất điện hóa của sơn kali silicat giàu kẽm gốc nước, sử dụng pigment là hợp kim Zn-Al dạng vảy. Kết quả đo tổng trở điện hóa EIS cho thấy rằng việc tăng tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ trong khoảng từ 4 đến 6 bằng cách bổ sung nano- SiO_2 (silica sol) vào chất tạo màng đã cải thiện khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp phủ. Tuy nhiên, tỉ lệ mol quá cao hơn lại cho thấy những tác động bất lợi. Các phép đo điện hóa cho thấy mẫu có tỉ lệ số mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng 5 có khả năng chống ăn mòn tốt hơn các mẫu khác. Độ bám dính của mẫu sơn được xác định bằng phương pháp bong bật theo ASTM D4541. Kết quả chỉ ra rằng mẫu sơn kali silicat có độ bám dính và khả năng chống ăn mòn tốt hơn so với sơn Jotun giàu kẽm trên thị trường.

Từ khóa: Tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$, sơn giàu kẽm, hợp kim Zn-Al dạng vảy, kali silicat.

1. Mở đầu

Lớp sơn giàu kẽm vô cơ gốc nước thân thiện với môi trường và ngày càng được sử dụng nhiều do hệ sơn hoàn toàn không chứa hợp chất hữu cơ dễ bay hơi [6,7]. Chất lượng của lớp sơn giàu kẽm vô cơ gốc nước phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Trong đó tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ có ảnh hưởng rất lớn. Tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ thấp làm tăng thời gian đóng rắn của lớp phủ, thậm chí lớp sơn chỉ khô khi được sấy hoặc rửa bằng axit. Nhưng với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ cao lại làm cho lớp sơn trở nên giòn, nhiều vết nứt. Tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ phù hợp không chỉ làm cho lớp sơn có thời gian đóng rắn nhanh, mà lớp sơn còn có hình thái bề mặt mịn, ít vết nứt, độ bền cao [3,4,6,7,8,9].

Trong những năm gần đây, các nhà khoa học trên thế giới đã có những nghiên cứu về ảnh hưởng của tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ đến chất lượng màng sơn. Năm 2013, Ilkhani và cộng sự đã chế tạo lớp sơn kẽm - silicat gốc nước với nhiều tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ lần lượt là 3.2, 3.5, 4, 4.5, 5 và 5.5. Kết quả ghi nhận rằng các mẫu lớp sơn dùng chất tạo màng có tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ thấp hơn 4 có thời gian đóng rắn kéo dài, khả năng chống ăn mòn điện hóa kém [6].

Năm 2014, Iman Mirzaie Goodarzi và cộng sự cũng đã khảo sát tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khi phối trộn vào lớp sơn giàu kẽm. Sau khi khảo sát tổng trở điện hóa của các mẫu sơn giàu kẽm sử dụng chất tạo màng có tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khác nhau, kết quả cho thấy tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng 5/1 tạo lớp sơn có khả năng chống ăn mòn tốt, ngay cả khi mẫu được ngâm trong môi trường có tính ăn mòn cao như dung dịch NaCl 3,5 %. Các mẫu sơn dùng tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ thấp hơn 5/1 có thời gian đóng rắn kéo dài. Trong khi đó các mẫu lớp phủ dùng tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ cao hơn 5/1 lại làm cho lớp phủ bị giòn, nhiều vết nứt [7].

Các công trình nghiên cứu đưa ra tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ thích hợp cho mỗi hệ sơn là khác nhau. Điều này là do tính chất lớp sơn phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó có chủng loại, kích thước của loại pigment sử dụng. Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ đến chất lượng lớp sơn kali silicat, với pigment là bột hợp kim Zn-Al dạng vảy của hãng Jinhao (Trung Quốc) với kích thước vảy 13-15 μm . Năm 2019, nhóm nghiên cứu chúng tôi đã nghiên cứu ảnh hưởng của các loại pigments và hàm lượng của chúng

đến khả năng bảo vệ của lớp sơn kali silicat gốc nước. Kết quả cho thấy khi dùng pigment là bột hợp kim Zn-Al dạng vảy cho kết quả khả quan nhất: độ bám dính cao, tăng tính bảo vệ điện hóa và độ bền của lớp sơn phủ so với sử dụng bột pigment kẽm dạng hình cầu hoặc bột Zn nguyên chất dạng vảy [1,2].

2. Thử nghiệm

2.1. Vật liệu

Tấm thép CT3 kích thước $10 \times 15 \times 0,2$ cm được sử dụng làm kim loại nền, ngâm 24h trong dung dịch Na_2CO_3 10% để tẩy dầu, sau đó ngâm 15 phút trong dung dịch axit HCl 15% để tẩy gỉ.

Chất tạo màng: dung dịch K_2SiO_3 (Ấn Độ) với tỉ lệ mol 3,135/1 được bổ sung thêm dung dịch silica sol (Trung Quốc) SiO_2 30% (w/v), kích thước hạt 10-20 nm để đạt được dung dịch chất tạo màng với các tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khác nhau. Nhựa Acrylic nguyên chất dạng nhũ tương.

Bột hợp kim Zn-Al dạng vảy của hãng Jinhao (Trung Quốc) với thành phần Zn 80 %, Al 20 %. Độ ẩm dưới 0,09 %. Kích thước vảy 13-15 μm .

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Chế tạo hệ sơn kali silicat giàu kẽm gốc nước với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ thay đổi từ 4/1 đến 6/1. Các mẫu sơn với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khác nhau được tiến hành đo tổng trở điện hóa. So sánh tổng trở điện hóa của mẫu sơn, tìm ra giá trị thích hợp.

Lớp sơn được chế tạo với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ thích hợp được chụp SEM, đo độ bám dính, xác định khả năng bảo vệ catot bằng phương pháp thử nghiệm tự nhiên. So sánh các thông số này với lớp sơn Jotun giàu kẽm trên thị trường.

Khả năng bảo vệ chống ăn mòn của các mẫu sơn được xác định bằng phương pháp đo tổng trở điện hóa trên máy Autolab P30 hệ 3 điện cực tại Trung tâm Nhiệt đới Việt Nga – chi nhánh ven biển. Các phép đo đặt ở chế độ quét tự động trong dải tần số 100kHz đến 100mHz. Thiết bị đo tổng trở gồm hệ 3 điện cực: điện cực làm việc là mẫu nghiên cứu được chụp ống hình trụ có chứa dung dịch NaCl 3%, điện cực so sánh là Ag/AgCl trong dung dịch Calomen bão hòa (RE), điện cực đối là Platin (CE). Số liệu được xử lý bằng phần mềm Autolab 4.9.

Hình thái bề mặt và mặt cắt ngang của lớp phủ được xác định bằng phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM) trên thiết bị Jeol 6490 tại Trung tâm đánh giá hư hỏng vật liệu (Viện Khoa học Vật liệu).

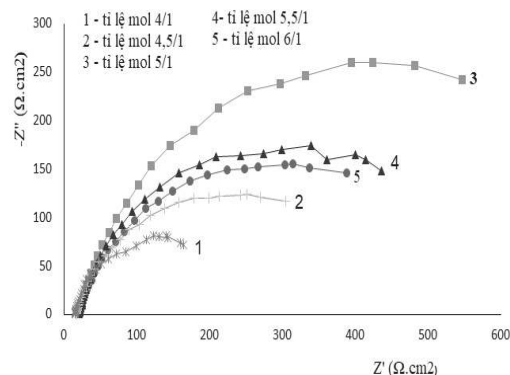
Độ bám dính của lớp phủ được xác định bằng phương pháp kéo tách theo tiêu chuẩn ASTM D4541, sử dụng máy đo độ bám dính PosiTect của Đức với đường kính dolly 20mm tại Viện nghiên cứu và ứng dụng công nghệ Nha Trang [5].

Đánh giá hiệu quả bảo vệ catot của lớp phủ bằng cách thử nghiệm tự nhiên trong môi trường khắc nghiệt theo TCVN 8785:2011. Rạch chữ X trên bề mặt lớp phủ, mỗi đường dài 8cm, giữa hai đường chéo tạo với nhau góc 45° đến 60° , đảm bảo vết rạch chạm nền thép. Ngâm mẫu đã rạch trong môi trường nước biển. Sự gỉ sét xuất hiện trên đường kẻ rạch được sử dụng để dự đoán khả năng bảo vệ catot của lớp phủ [10].

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Khả năng chống ăn mòn của mẫu sơn ở các tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khác nhau

Tổng trở điện hóa của các mẫu sơn với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khác nhau trong thành phần dung dịch chất tạo màng được thể hiện trong hình dưới đây:



Hình 1. Giản đồ Nyquist của các mẫu sơn với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2 : \text{K}_2\text{O}$ khác nhau.

Từ giản đồ Nyquist thể hiện trên hình 1 cho thấy tổng trở điện hóa của các mẫu sơn có sự tăng giảm khi dung dịch chất tạo màng có tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khác nhau. Với dung dịch chất tạo màng có tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng 4/1, tổng trở điện hóa của mẫu tại tần số 100 mHz đạt $177 \Omega.cm^2$. Khi tăng tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ trong chất tạo màng lên 4,5/ 1, tổng trở của mẫu sơn tăng lên mức $327 \Omega.cm^2$. Dung dịch chất tạo màng với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng 5/1 tạo ra màng sơn với tổng trở điện hóa của mẫu tăng cao, lên đến hơn $599 \Omega.cm^2$. Tuy nhiên khi tiếp tục tăng tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ trong dung dịch chất tạo màng lên 5,5/1 và 6/1 thì giá trị tổng trở của mẫu sơn lại giảm đi đáng kể. Cụ thể là mẫu sơn với dung dịch chất tạo màng có tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng

5,5/1 có tổng trở điện hóa $461 \Omega.cm^2$, còn mẫu sơn với dung dịch chất tạo màng có tỉ lệ mol SiO_2/K_2O bằng 6/1 có giá trị tổng trở chỉ khoảng $415 \Omega.cm^2$. Với tỉ lệ mol SiO_2/K_2O bằng 5/1, khả năng bảo vệ chống ăn mòn của lớp sơn là tốt nhất. Kết quả này phù hợp với công bố của Iman Mirzaie Goodarzi và cộng sự^[7], với tỉ lệ SiO_2/K_2O bằng 5/1 tạo lớp sơn có khả năng chống ăn mòn tốt, ngay cả khi mẫu được ngâm trong môi trường có tính ăn mòn cao. Phù hợp với công bố của Ilkhani và cộng sự^[6], khi tỉ lệ mol SiO_2/K_2O thấp hơn 4, lớp sơn có thời gian đóng rắn kéo dài, khả năng chống ăn mòn điện hóa thấp.

Điều chỉnh tăng tỉ lệ mol SiO_2/K_2O bằng cách bổ sung thêm nano- SiO_2 (Silica sol) vào dung dịch chất tạo màng, nhằm hai mục đích: một là điều chỉnh tỉ lệ mol SiO_2/K_2O , hai là với kích thước hạt từ 10 – 20 nm nó đóng vai trò là một chất phụ gia nano, lấp đầy các lỗ xốp, vết nứt nhỏ xuất hiện trên lớp phủ. Từ đó làm tăng độ bám dính và khả năng chống ăn mòn của lớp phủ. Với tỉ lệ mol SiO_2/K_2O thấp sẽ làm cho dung dịch chất tạo màng có thời gian khô kéo dài, thậm chí khô không hết, làm cho lớp sơn mềm, không có độ bám dính và đạt độ cứng nhất định. Thời gian đóng rắn kéo dài cộng với liên kết lỏng lẻo tạo điều kiện cho các tác nhân oxy hóa trong môi trường xâm nhập và phá hủy vật liệu nền. Mặt khác, với tỉ lệ mol SiO_2/K_2O quá cao lại làm cho lớp sơn nhanh khô, độ giòn cao, dễ dẫn đến nứt gãy. Không khí, nước và các tác nhân trong môi trường dễ dàng xâm nhập qua các vết nứt gãy này để phá hủy vật liệu nền.

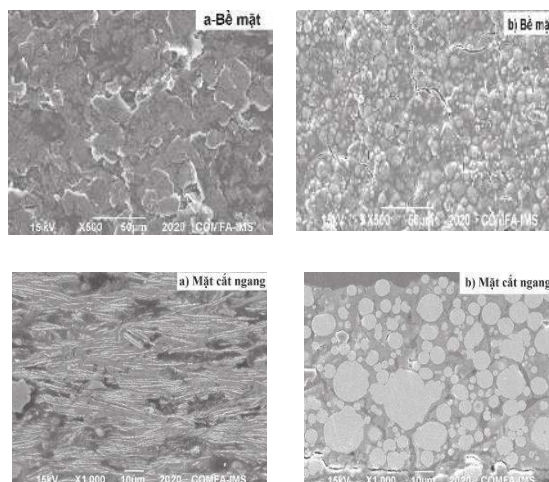
3.2. Hình thái bề mặt

Hình thái bề mặt và mặt cắt ngang của lớp sơn được quan sát để có cái nhìn sâu sắc hơn về sự khác biệt giữa lớp sơn chế tạo được so với lớp sơn Jotun giàu kẽm trên thị trường.

Ảnh SEM bề mặt cho thấy, các hạt kẽm bị nén trên bề mặt và xuất hiện một vài vết nứt trên bề mặt lớp sơn phủ, tuy nhiên lớp sơn Jotun có nhiều vết nứt hơn, thậm chí các vết nứt còn rõ ràng hơn so với lớp sơn kali silicat chế tạo được.

Ảnh SEM mặt cắt ngang cho ta biết cụ thể hơn về cách phân tán của các hạt kẽm trong lớp sơn. Lớp sơn kali silicat chế tạo được sử dụng hợp kim Zn-Al dạng vảy, có diện tích bề mặt lớn, cùng với chất tạo màng thích hợp, các hạt hợp kim Zn-Al có xu hướng xếp thành nhiều lớp chồng lên nhau, ở phương song song với bề mặt vật liệu nền. Cách sắp xếp này tăng khả năng che chắn, bảo vệ vật liệu nền, hạn chế các vết nứt. Trong khi đó, sơn Jotun giàu kẽm trên thị trường sử dụng pigment là hạt kẽm hình cầu,

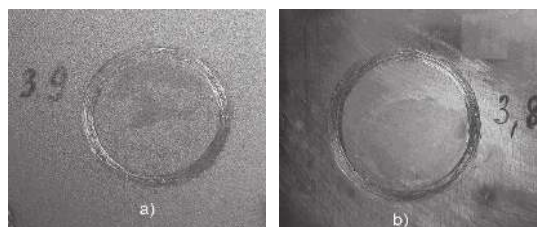
diện tích bề mặt thấp, độ che chắn kém, mặt cắt ngang cho thấy có nhiều vết nứt bên trong lớp sơn. Điều này làm cho lớp sơn nhiều khuyết tật, khả năng bảo vệ vật liệu trước các tác nhân oxy hóa bị hạn chế.



Hình 2. Ảnh SEM của: a) lớp sơn kali silicat chế tạo được, b) lớp sơn Jotun giàu kẽm.

3.3. Độ bám dính của lớp phủ

Kết quả đo độ bám dính của lớp sơn chế tạo được và lớp sơn Jotun giàu kẽm trên thị trường, với cùng loại thép nền, độ dày lớp sơn 50 - 60 μm được thể hiện ở hình dưới đây, đơn vị tính theo MPa.



Hình 3. Kết quả đo độ bám dính của: a) lớp sơn kali silicat chế tạo được, b) lớp sơn Jotun giàu kẽm.

Các phép đo độ bám dính được lặp lại 3 lần ở mỗi mẫu. Lực tác dụng ghi nhận ở thời điểm dolly bị bong khỏi bề mặt các mẫu tương đối cao nhưng không chênh lệch nhau nhiều. 3,9 MPa ở mẫu lớp sơn chế tạo được và 3,8 MPa ở mẫu lớp sơn Jotun giàu kẽm trên thị trường. Điều này cho thấy lớp sơn chế tạo được có sự đồng nhất, gắn kết chắc chắn giữa các lớp hợp kim Zn-Al. Điều này giúp nâng cao độ bám dính của lớp sơn phủ.

3.4. Khả năng bảo vệ catot

Hình ảnh bề mặt của lớp sơn kali silicat chế tạo được và lớp sơn Jotun giàu kẽm, trên cùng loại thép nền, độ dày lớp mạ 50-60 μm đã rạch

chữ X sau 14 ngày ngâm trong môi trường nước biển, được thể hiện trong hình dưới đây:



Hình 4. Bề mặt của: a) lớp sơn kali silicat chế tạo được và b) lớp sơn Jotun giàu kẽm đã rạch chữ X sau 14 ngày ngâm trong môi trường nước biển.

Sau 14 ngày ngâm trong môi trường nước biển, trên mẫu sơn chế tạo được, vết gỉ xuất hiện tại vị trí cắt nhau của 2 vết rạch nhưng sự gỉ sét chưa xuất hiện ở các vị trí khác trên vết rạch. Trong khi đó, sau 14 ngày ngâm trong môi trường nước biển thì mẫu sơn Jotun giàu kẽm xuất hiện vết gỉ trên hầu hết các vị trí của 2 vết rạch, các vết gỉ nhiều và rõ ràng. Điều này cho thấy, lớp sơn chế tạo được có khả năng bảo vệ catot tốt hơn lớp sơn Jotun giàu kẽm trong môi trường khắc nghiệt.

Lớp sơn kali silicat chế tạo được sử dụng pigment là hợp kim Zn-Al dạng vảy, tạo cơ chế bảo vệ hàng rào: Lớp hợp kim Zn-Al dạng vảy xếp lớp chồng lên nhau tạo ra một rào cản tốt giữa chất nền thép và môi trường ăn mòn. Lớp sơn còn có khả năng bảo vệ catot, ăn mòn kẽm để bảo vệ nền thép. Đồng thời còn xuất hiện sự thụ động, các hợp chất kim loại làm chậm phản ứng ăn mòn kẽm và bảo vệ thép tốt hơn so với kẽm nguyên chất. Hiệu ứng kết hợp của các quá trình này cho phép lớp sơn silicat với chất tạo màng có tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ thích hợp và pigment là hợp kim Zn-Al dạng vảy có khả năng bảo vệ chống ăn mòn tốt.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định ảnh hưởng của tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ trong dung dịch chất tạo màng kali silicat đến tính chất điện hóa của lớp sơn phủ. Kết quả cho thấy với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng 5/1, lớp sơn có khả năng bảo vệ chống ăn mòn điện hóa tốt hơn so với các tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ khác, tăng hiệu quả che chắn chống lại sự xâm nhập của chất ăn mòn và bảo vệ catot tốt hơn. Độ bám dính của lớp sơn kali silicat chế tạo được với bề mặt nền tương đối cao, đạt 3,9 Mpa so với độ bám dính 3,8 Mpa của lớp sơn Jotun giàu kẽm. Ngoài ra, với tỉ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ bằng 5/1 còn cải thiện độ đồng nhất của lớp sơn phủ, lớp sơn kali silicat đã đóng rắn có ít các vết nứt hơn so với lớp sơn Jotun giàu kẽm./.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hoàng (2019), *Khảo sát tính bảo vệ của lớp sơn giàu kẽm silicate gốc nước biển tính bằng hợp kim Zn/ZnAl*, Báo cáo nhiệm vụ KHCN thường xuyên theo chức năng cấp Viện NC và UDCN Nha Trang.
2. Nguyễn Hoàng (2019), *Đặc tính chống ăn mòn của lớp phủ vô cơ giàu kẽm gốc nước với các hạt kẽm dạng vảy*, Tạp chí Hóa học, tập 57, số 4E1,2.
3. Nguyễn Thị Bích Thủy (2015), *Nghiên cứu chế tạo sơn chống ăn mòn chất lượng cao (tuổi thọ >15 năm), có sử dụng phụ gia nano cho các kết cấu thép trong lĩnh vực giao thông vận tải và xây dựng*. Chương trình KHCN cấp nhà nước KC.02/11-15.
4. Phạm Gia Vũ, Vũ Kế Oánh, Trịnh Anh Trúc, Tô Thị Xuân Hằng (2015), *Khả năng bảo vệ chống ăn mòn thép cacbon của màng sơn epoxy giàu kẽm kết hợp với ống nano cacbon*. Tạp chí hóa học 53(4), 461-467.
5. American standard for testing materials (2002), *Standard test methods for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers*, ASTM D4541, American society for testing and materials international, America, 2002.
6. Ilkhani, Ahmad, Zaarei, Davood, Nazari, Ali (2013), *Corrosion protection of carbon steel by using zinc-rich inorganic water based silicate coatings comprising different amounts of nano silica*, International Journal of Chemistry, No. 02, pp.75-82.
7. Iman Mirzaie Goodarzi, Mansour Farzam, Mohammad Reza Shishesaz, and Davood Zaarei (2014), *Effect of Molar Ratio and Resin Modification on the Protection Properties of Zinc-rich Alkali Silicate Primer*, Iranian Journal of Oil & Gas Science and Technology, Vol. 3, No. 1, pp. 41-53.
8. In-situ synthesis of hydrophobic SiO_2 -PMMA composite for surface protective coatings: Experimental and quantum chemical analysis, Polymer volume 77,23 october 2015 , pages 79-86
9. R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano (1980). *Rheological aspects of hardening of water-borne alkali silicate zinc-rich paints*, Rheologica Acta, 19, 251-257.
10. Vietnam Standards (2011), *Paint and coating for metal protection – Methods of test – Exposed to weathering conditions*, TCVN 8785:2011, Ministry of science and technology, Viet Nam.

THE INFLUENCE OF $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ MOLAR RATIO ON THE PROTECTION PROPERTIES OF POTASSIUM SILICATE ZINC-RICH PAINT WITH LAMELLAR Zn-Al ALLOY PIGMENT

Le Thi Nhung^{1*}, Hua Thi Trung Hieu², Pham Duc Thinh¹, Truong Anh Khoa¹, Nguyen Hoang¹,
Tran Dinh Binh¹, Phan Minh Phuong¹

¹Nha Trang institute of technology research and application

²Graduate University of Sciences and Technology

Abstract: *In this article, the influence of increasing the $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ molar ratio on the electrochemical properties of water-borne potassium silicate zinc-rich paints, with lamellar Zn-Al alloy pigment. The EIS results showed that increasing the $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ molar ratio in the range of 4 to 6 by the addition of nano- SiO_2 to the vehicle improved the resistance of coatings. However, higher molar ratios showed an adverse effect. Electrochemical measurements showed that the sample with a $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ molar ratio of 5 had better corrosion properties than the other samples. The adhesion were determined by pull-off method with ASTM D4541. The results indicate that potassium silicate paints have the adhesion and anti-corrosion better compared with commercial Jotun zinc-rich paints.*

Keywords: $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$ molar ratio, zinc-rich paint, lamellar Zn-Al alloy, potassium silicate