

ỨNG DỤNG LỚP PHỦ PbO_2 TRÊN THÉP KHÔNG GỈ 304 LÀM ANÔT TRỢ CHO QUÁ TRÌNH BẢO VỆ CATÔT SỬ DỤNG DÒNG NGOÀI TRONG MÔI TRƯỜNG ĐẤT

Nguyễn Thu Phương*, Phạm Thị Năm, Đinh Thị Mai Thanh

Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Viện KHCNVN, 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

*Email: phuong.p1vktnd@yahoo.com.vn

Đến Tòa soạn: 9/3/2011; Chấp nhận đăng: 17/11/2012

TÓM TẮT

PbO_2 được tổng hợp bằng phương pháp kết tủa điện hóa trên nền thép không gỉ 304 (TKG304) trong dung dịch kiềm gồm $NaOH$ 3,5 M và PbO bão hòa, sau đó trong các dung dịch axit có thành phần khác nhau gồm $Pb(NO_3)_2$ 0,5 M và HNO_3 0,1 M với sự có mặt của TiO_2 5 g/l, NaF và natri dodecylsunphat (SDS). Tám loại vật liệu trên cơ sở PbO_2 được sử dụng làm anốt trợ trong hệ bảo vệ catốt bằng dòng ngoài cho thép cacbon trong môi trường đất. Kết quả đo điện thế của điện cực catốt thép cacbon theo thời gian hệ bảo vệ hoạt động cho thấy hiệu quả bảo vệ của hệ sử dụng anốt PbO_2 lớn hơn anốt thép không gỉ 304 và $PbSnAg$. Đối với hệ bảo vệ có sử dụng chất phụ trợ điện cực thì hiệu quả bảo vệ của hệ sử dụng anốt trên cơ sở PbO_2 giảm xuống còn anốt TKG304 và $PbSnAg$ lại tăng lên.

Từ khóa: PbO_2 , phương pháp kết tủa điện hóa, thép không gỉ 304, anốt trợ, bảo vệ catốt, dòng ngoài, đất.

1. MỞ ĐẦU

Ăn mòn kim loại có thể làm thủng bồn chứa hoặc những đường ống dẫn xăng dầu gây rò rỉ gây ô nhiễm môi trường, hoặc cháy nổ dẫn đến thiệt hại về con người và kinh tế nghiêm trọng. Vì vậy, việc bảo vệ chống ăn mòn cho các công trình ngầm trong đất là một trong những vấn đề được các nhà khoa học cũng như các doanh nghiệp có liên quan đặc biệt quan tâm. Một trong các phương pháp bảo vệ chống ăn mòn hữu hiệu là bảo vệ catốt bằng áp dòng ngoài với khả năng bảo vệ khá cao và giá thành hợp lí. Hiệu quả bảo vệ của phương pháp này phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: mật độ dòng áp, khoảng cách của anốt và catốt, số lượng anốt và đặc biệt là tính chất của anốt trợ [1 - 3]. PbO_2 là oxit có hoạt tính xúc tác tốt, độ dẫn điện và quá thế thoát khí oxy cao hơn một số điện cực trợ thường dùng khác, giá thành hợp lí nên có nhiều ứng dụng trong công nghiệp điện phân [4 - 8]. Việc nghiên cứu tổng hợp PbO_2 và composit PbO_2 trên một số vật liệu nền có độ bền cơ học cao nhằm mang lại những anốt bền đã được công bố trên rất nhiều bài báo trong nước và quốc tế [9 - 14]. Tuy nhiên những nghiên cứu và khảo sát khả năng ứng dụng của anốt trợ trên cơ sở PbO_2 trong hệ bảo vệ catốt bằng dòng ngoài còn rất hạn chế [15]. Bài báo này nghiên cứu khả năng ứng dụng PbO_2 /TKG304 làm anốt cho quá trình bảo vệ catốt dùng dòng ngoài trong môi trường đất.

2. ĐIỀU KIỆN THỰC NGHIỆM

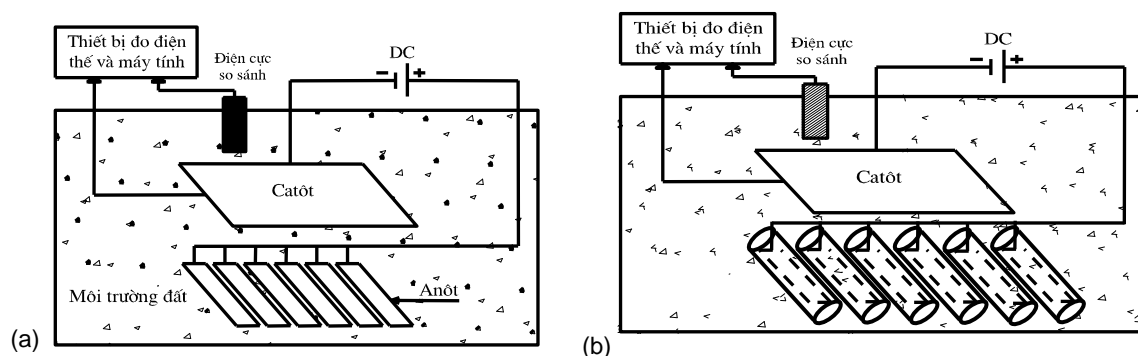
Vật liệu nền để làm điện cực cho quá trình tổng hợp PbO_2 là thép không gỉ 304 (TKG304), kích thước $2,5 \times 10$ cm, được đánh bóng cơ học bằng giấy nhám thô loại 240, 320 (của Trung Quốc) và giấy nhám tinh loại 600, 800, 1200 (của Nhật Bản) sau đó rửa sạch mẫu bằng nước cất, tráng lại bằng cồn, để khô và giới hạn diện tích làm việc 10 cm^2 bằng epoxy. Các mẫu TKG304 đều được tẩm dầu mỡ trong dung dịch: NaOH 20 g/l + etanol tỉ lệ 1 : 1 (về thể tích), với mật độ dòng áp đặt $0,05 \text{ A/cm}^2$ trong thời gian 600 giây.

Lớp mạ PbO_2 được tạo ra bằng phương pháp áp dòng theo hai giai đoạn: giai đoạn thứ nhất tổng hợp $\alpha\text{-PbO}_2$ trên TKG 304 trong dung dịch kiềm gồm NaOH 3,5 M hòa tan bão hòa PbO, ở nhiệt độ 40°C với mật độ dòng áp 3 mA/cm². Vật liệu $\alpha\text{-PbO}_2$ /TKG304 được rửa sạch bằng nước cất, lau khô và nhúng vào các dung dịch axit có thành phần khác nhau với kí hiệu như bảng 1, để thực hiện giai đoạn thứ hai tổng hợp $\beta\text{-PbO}_2$ trong môi trường axit, ở nhiệt độ phòng với mật độ dòng áp 3 mA/cm².

Bảng 1. Kí hiệu anốt và thành phần các dung dịch tổng hợp $\beta\text{-PbO}_2$ trong môi trường axit

TT	Kí hiệu anốt	Thành phần dung dịch tổng hợp anốt				
		Pb(NO ₃) ₂	HNO ₃	Natridodecylsunphat (SDS) (CH ₃ (CH ₂) ₁₁ OSO ₃ Na)	TiO ₂	NaF
1	A0	0,5 M	0,1 M			
2	A1	0,5 M	0,1 M	$3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$		
3	A2	0,5 M	0,1 M		5 g/l	
4	A3	0,5 M	0,1 M	$3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$	5 g/l	
5	A4	0,5 M	0,1 M		5 g/l	0,01 M
6	A5	0,5 M	0,1 M	$3 \cdot 10^{-4} \text{ M}$	5 g/l	0,01 M
7	A6	0,5 M	0,1 M			0,01 M
8	A7	0,5 M	0,1 M		5 g/l kích thước nano	

Chất phụ trợ điện cực là hỗn hợp của bột bentonit công nghiệp được nghiền mịn + bột cacbon + nước với tỉ lệ phần trăm về khối lượng tương ứng là: 65 % + 12 % + 23 %. Hỗn hợp thu được có màu nâu đen, dẻo dính như đất sét.



Hình 1. Sơ đồ hệ thử nghiệm bảo vệ catốt trong phòng thí nghiệm:

(a) hệ không sử dụng chất phụ trợ điện cực, (b) hệ có sử dụng chất phụ trợ điện cực

Cắt dọc ống nhựa dài 12 cm, đường kính 4,2 cm thành 2 nửa bằng nhau. Lót giấy vào lòng ống rồi đắp chất phụ trợ điện cực vào trong lòng ống cho đến đầy, sau đó lấy chất phụ trợ điện cực ra khỏi ống. Mỗi một điện cực PbO₂/TKG304 sẽ được bao bọc bởi hai nửa khối trụ chất phụ trợ điện cực (hình 1b).

Catốt thép cacbon có kích thước 10 × 5 × 0,1 cm, diện tích hai mặt 100 cm², được khoan 1 lỗ ở trên, giữa mẫu để bắt vít nối dây dẫn, sau đó đổ epoxy kín hết ốc vít. Thép cacbon có thành phần như trong bảng 2, được tẩy gỉ và tẩy dầu mỡ trong dung dịch HCl + H₂O tỉ lệ 1 : 1 về thể tích + ức chế urotropin 3,5 g/l + KI 4 g/l, sau đó rửa sạch, lau khô và đánh bóng cơ học bằng giấy nhám thô loại 240, 320 (của Trung Quốc) và giấy nhám tinh loại 600, 800, 1200 (của Nhật Bản) đến khi bề mặt mẫu sáng bóng, rửa sạch mẫu bằng nước cất, lau khô trước khi đưa vào làm điện cực catốt trong môi trường đất.

Sơ đồ hệ bảo vệ catốt trong phòng thí nghiệm có (1b) và không có (1a) chất phụ trợ điện cực được thể hiện trên hình 1.

Bảng 2. Thành phần của thép cacbon sử dụng làm catốt

Nguyên tố	Fe	C	Mn	Si	S	P
% khối lượng	99,21	0,25	0,36	0,07	0,011	0,003

Tám loại vật liệu trên cơ sở PbO₂ (A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7) tổng hợp trong 8 dung dịch có thành phần như trong bảng 1 và anốt TKG304, PbSnAg được sử dụng làm anốt trợ trong hệ bảo vệ catốt cho thép cacbon bằng phương pháp áp dòng ngoài. Mỗi loại sử dụng 6 anốt mắc song song có tổng diện tích làm việc là 60 cm², được nối với cực dương của nguồn điện một chiều, catốt thép cacbon có diện tích 100 cm² được nối với cực âm của nguồn. Điện thế bảo vệ của điện cực catốt được đo so với điện cực Cu/CuSO₄, trên thiết bị đo điện thế kết nối với máy tính, do phòng điện tử Viện Kỹ thuật nhiệt đới chế tạo. Anốt và catốt đặt trong một chậu được nhồi đầy đất có thể tích 30 lít với thành phần và các thông số đặc trưng được chỉ ra trong bảng 3, khoảng cách giữa anốt và catốt là 5 cm [16].

Bảng 3. Thông số môi trường đất sử dụng trong hệ bảo vệ catốt bằng dòng ngoài

Loại đất	Độ sâu (m)	pH		Độ cứng tổng mgdl/L	[NaCl] mg/100g	Độ dẫn nước chiết, mS	Độ ẩm TB (%)	Độ ẩm max (%)	Điện trở đất TB, Ohm.m
		KCl	H ₂ O						
P ^h _g	0,5 -1	5,3	6,9	2,94	0,15	0,29	18	22	20

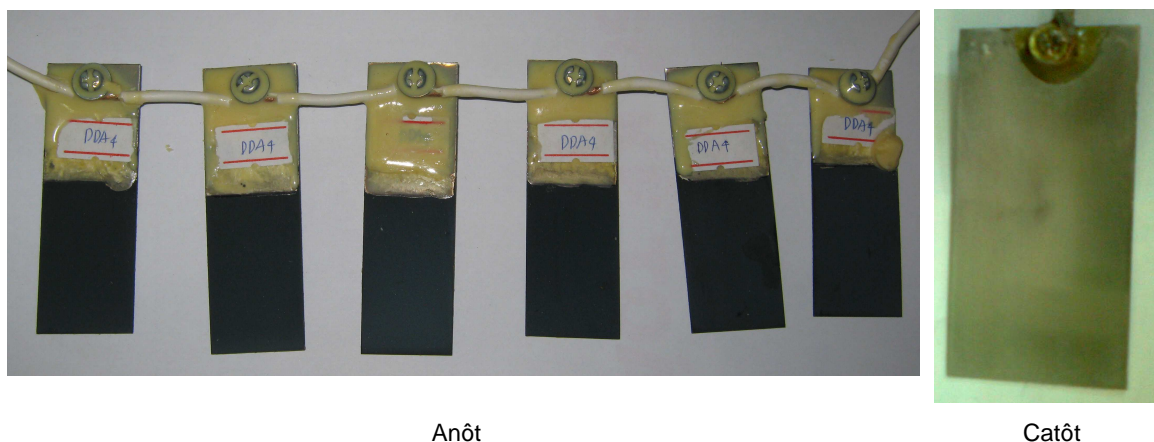
Điện thế bảo vệ của catốt thép cacbon được đo theo thời gian để xác định hiệu quả hoạt động của anốt.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hình ảnh anốt và catốt trước khi đưa vào trong đất

Hình 2 giới thiệu hình ảnh anốt và catốt trước khi đưa vào đất. Nhìn chung bề mặt của anốt PbO₂/TKG 304 chế tạo từ các dung dịch có thành phần khác nhau đều có màu ghi đen, cấu trúc

đồng nhất và sít chặt trên toàn bộ bề mặt. Đối với catôt thép cacbon bề mặt có màu ghi sáng, trên bề mặt không có điểm gỉ.



Anốt

Catôt

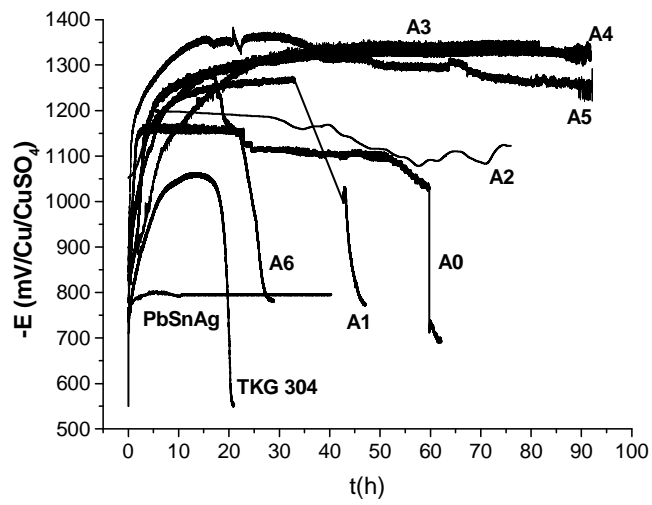
Hình 2. Hình ảnh anốt và catôt trước khi đưa vào trong đất

3.2. Hệ bảo vệ catôt không dùng chất phụ trợ

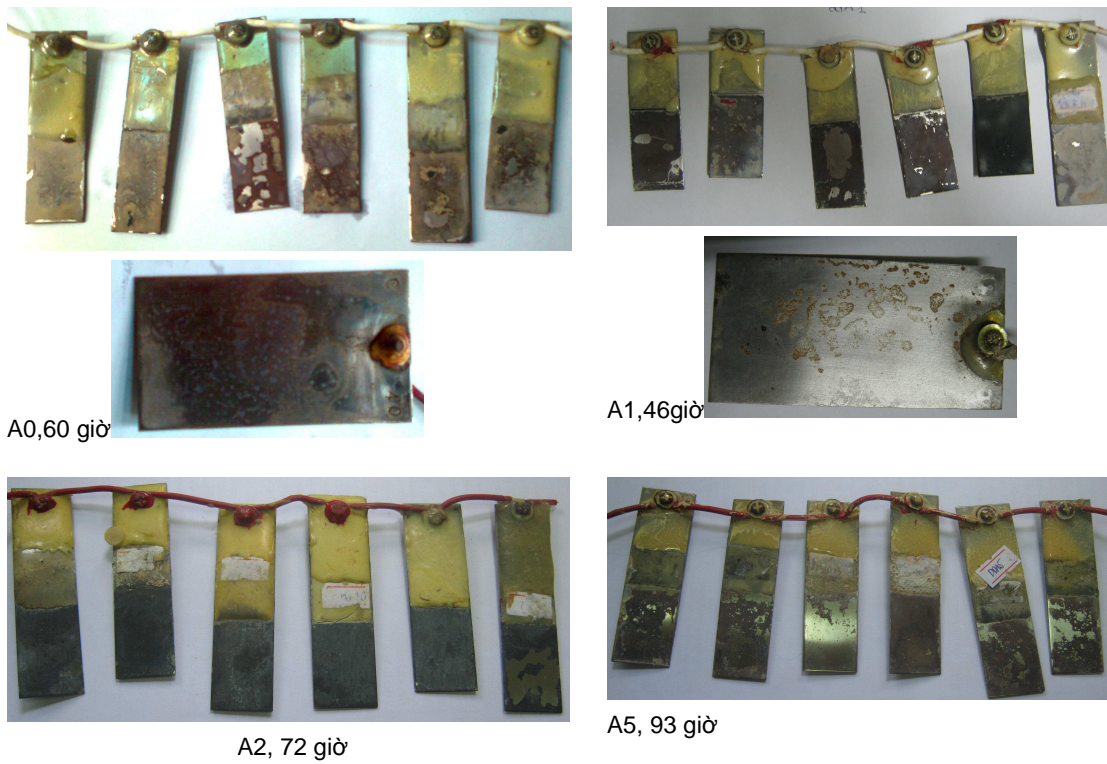
Hình 3 biểu diễn sự thay đổi điện thế của catôt thép cacbon khi sử dụng các loại anốt khác nhau. Điện thế của catôt khi chưa áp dòng có giá trị khoảng $-750 \text{ mV/Cu/CuSO}_4$ tương ứng với điện thế ăn mòn của thép cacbon trong môi trường đất nhưng khi đóng mạch bảo vệ (với dòng áp 1 mA), điện thế bảo vệ của catôt thép cacbon biến đổi theo thời gian hệ hoạt động. Đối với hệ bảo vệ sử dụng anốt TKG304, sau khoảng 2,5 giờ thử nghiệm điện thế mới đạt tới giá trị bảo vệ cho thép cacbon ($-850 \text{ mV/Cu/CuSO}_4$), sau đó tăng dần về phía âm nhưng sau 16 giờ thử nghiệm có hiện tượng sụt thế xuống điện thế ăn mòn của catôt thép cacbon ($-750 \text{ mV/Cu/CuSO}_4$), và catôt không được bảo vệ. Kết quả này có thể được giải thích do hiện tượng thụ động của anốt TKG304 sau một thời gian hoạt động trong môi trường đất, khi đó dòng chạy qua hệ rất nhỏ có thể coi như bằng không. Trong trường hợp sử dụng anốt PbSnAg, sau 1 giờ đóng mạch bảo vệ, điện thế của catôt thép cacbon mới đạt giá trị $-783 \text{ mV/Cu/CuSO}_4$ chưa đạt tới giá trị điện thế bảo vệ cho thép cacbon theo tiêu chuẩn ($850 \text{ mV} \leq -E_{bv} \leq 1400 \text{ mV}$) và sau 11 giờ điện thế ổn định ở $-792 \text{ mV/Cu/CuSO}_4$. Với kết quả này cho thấy anốt PbSnAg không đáp ứng được yêu cầu làm anốt trợ trong hệ bảo vệ catôt bằng dòng ngoài cho thép cacbon với cường độ dòng áp 1 mA .

Đối với các hệ sử dụng anốt $\text{PbO}_2/\text{TKG304}$ (bảng 1) chỉ sau vài phút điện thế đã đạt tới điện thế bảo vệ cho thép cacbon ($-850 \text{ mV/Cu/CuSO}_4$), sau đó tăng dần về phía âm. Đối với ba loại anốt A6, A1 và A0 thì sau thời gian thử nghiệm tương ứng 16, 30 và 60 giờ có hiện tượng sụt thế xuống điện thế ăn mòn của catôt thép cacbon ($-750 \text{ mV/Cu/CuSO}_4$), lúc này catôt không được bảo vệ. Đối với bốn loại anốt A2, A3, A4, A5 (đều có TiO_2) khi đóng mạch, điện thế nhanh chóng đạt tới giá trị bảo vệ của catôt là -850 mV , sau đó tăng dần về phía âm và đạt giá trị ổn định khoảng -1150 mV , -1330 mV , -1350 mV và -1300 mV sau 90 giờ tiến hành bảo vệ. Kết quả này cho thấy sự có mặt của các phụ gia: TiO_2 - A2; $\text{TiO}_2 + \text{SDS}$ - A3; $\text{TiO}_2 + \text{NaF}$ - A4 và $\text{TiO}_2 + \text{SDS} + \text{NaF}$ - A5 cho thêm vào dung dịch điện ly PbO_2 đã làm tăng đáng kể độ bền của vật liệu composit trên cơ sở PbO_2 khi sử dụng chúng làm anốt trợ cho quá trình bảo vệ catôt bằng dòng ngoài cho thép cacbon trong đất. Tuy nhiên sự có mặt của SDS - A1 và NaF - A6 lại làm giảm hiệu quả bảo vệ catôt cho thép cacbon.

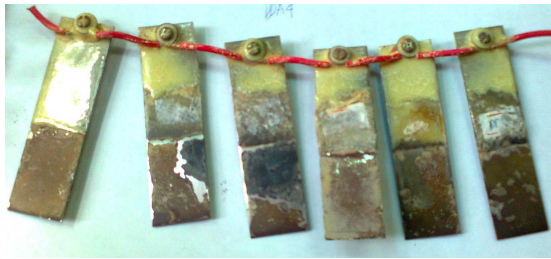
Ứng dụng lớp phủ PbO_2 trên thép không gỉ 304 làm anốt trợ cho quá trình bảo vệ catốt ...



Hình 3: Sự biến thiên điện thế của điện cực catốt thép cacbon theo thời gian hệ hoạt động trong môi trường đất



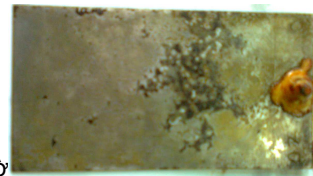
Hình 4. Hình ảnh anốt và catốt sau khi đưa vào hệ bảo vệ catốt trong môi trường đất



A4, 91 giờ



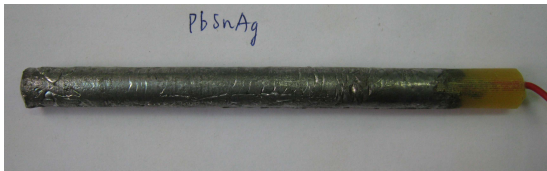
A3, 82 giờ



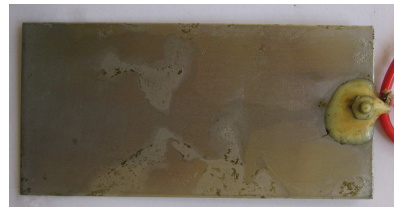
A6, 21 giờ



A7, 62 giờ



PbSnAg trước khi cho vào đất



Sau 40 giờ



Thép cacbon 40 giờ không được bảo vệ

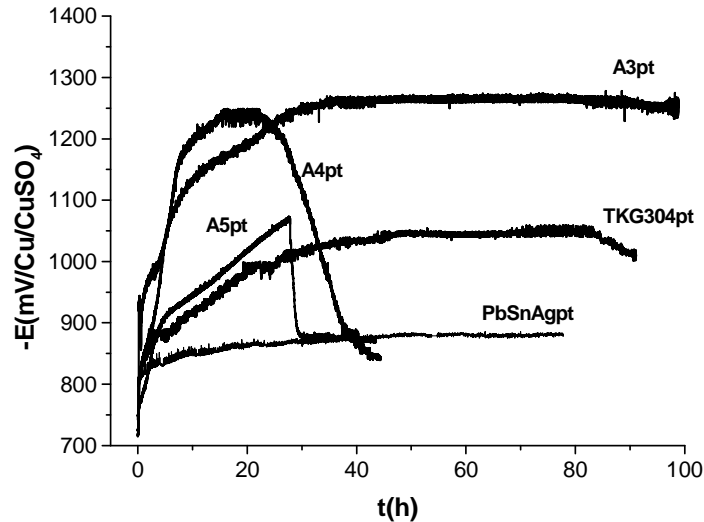
Hình 4. Hình ảnh anốt và catốt sau khi đưa vào hệ bảo vệ catốt trong môi trường đất (tiếp)

Hình 4 giới thiệu hình ảnh anốt và catốt sau khi đưa vào trong đất. Nhìn chung, bề mặt của các anốt PbO_2 sau một thời gian hoạt động trong hệ bảo vệ catốt, đều bị bong tróc cơ học. Bề

mặt anốt PbSnAg sau 40 giờ hoạt động trong đất có màu ghi đen do sự oxy hóa bề mặt tạo thành PbO_2 . Bề mặt của các catốt đều đã bị gỉ tuy nhiên phần trăm gỉ vẫn thấp hơn nhiều so với bề mặt catốt để trong đất 40 giờ không được áp dòng bảo vệ.

3.3. Hệ bảo vệ catốt có dùng chất phụ trợ

Hình 5 giới thiệu sự biến thiên điện thế của điện cực catốt thép cacbon theo thời gian thử nghiệm trong môi trường đất khi sử dụng anốt A3, A4, A5 so với TKG304 và PbSnAg được bọc chất phụ trợ (pt) điện cực, ở cường độ dòng áp 1 mA.



Hình 5. Sự biến thiên điện thế của điện cực catốt thép cacbon theo thời gian hệ hoạt động trong môi trường đất có sử dụng chất phụ trợ

Với hệ A4pt và A5pt, sau một thời gian ngắn đóng mạch bảo vệ, điện thế của catốt thép cacbon nhanh chóng đạt giá trị điện thế bảo vệ. Với hệ A5pt điện thế catốt liên tục tăng về phía âm và đạt giá trị cực đại ở -1050 mV/Cu/CuSO₄, nhưng sau 28 giờ có hiện tượng sụt điện thế xuống -878 mV/Cu/CuSO₄. Với hệ A4pt, điện thế catốt thép cacbon đã lên đến -1150 mV/Cu/CuSO₄ sau 24 giờ hệ hoạt động và sau đó giảm đột ngột xuống -844 mV/Cu/CuSO₄ nhỏ hơn điện thế bảo vệ catốt thép cacbon theo tiêu chuẩn, lúc này catốt thép cacbon không được bảo vệ nữa. Riêng đối với hệ A3, điện thế của catốt thép cacbon ổn định ở giá trị -1255 mV sau 98 giờ tiến hành bảo vệ.

Đối với hệ anốt TKG304pt và PbSnAgpt khi đóng mạch bảo vệ, điện thế của catốt thép cacbon tăng dần về phía âm và nhanh chóng ổn định ở -950 mV/Cu/CuSO₄ và -850 mV/Cu/CuSO₄ sau 90 giờ hệ hoạt động.

Hình 6 giới thiệu hình ảnh bề mặt anốt có bọc chất phụ trợ điện cực và catốt sau khi đưa vào hệ bảo vệ catốt bằng dòng ngoài trong môi trường đất. Đối với hệ A3pt, A4pt và A5pt, bề mặt của anốt bị bong tróc khá nhiều với thời gian tiến hành bảo vệ 99; 44 và 43 giờ tương ứng. Bề mặt của catốt cũng đều bị gỉ, tuy nhiên trong trường hợp hệ sử dụng anốt A4pt có phần trăm gỉ nhỏ nhất.



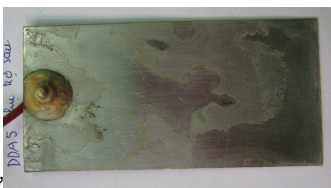
A3pt, 99 giờ



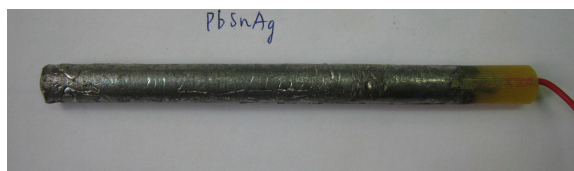
A4pt, 44 giờ



A5pt, 43 giờ



TKG304pt, 91 giờ



PbSnAgpt trước khi cho vào đất



Thép cacbon sau 40 giờ không được bảo vệ



Sau 77 giờ

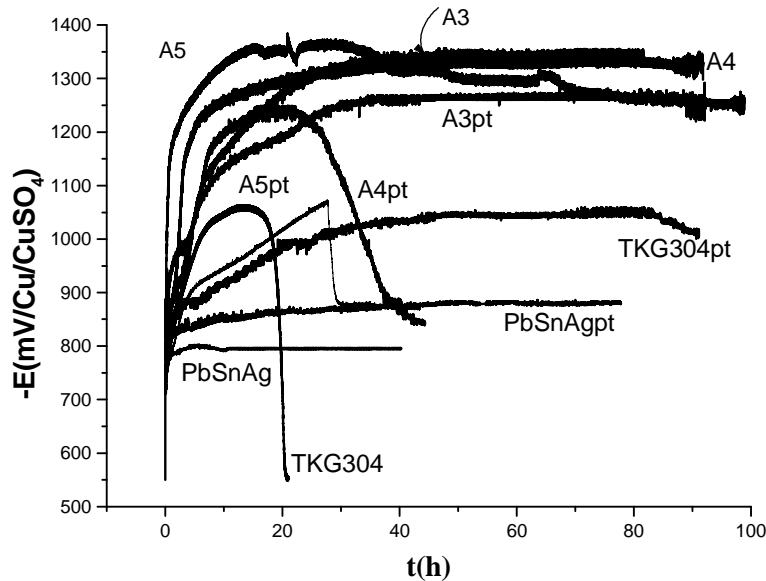


Hình 6. Hình ảnh anôt và catôt sau khi đưa vào hệ bảo vệ catôt bằng dòng ngoài trong môi trường đất

Bề mặt của anôt TKG304pt và PbSnAgpt không bị biến đổi nhiều sau 91 và 77 giờ hoạt động trong đất. Tuy nhiên bề mặt catôt thép cacbon có phần trăm gỉ nhỏ nhất trong trường hợp sử dụng anôt PbSnAgpt.

3.4. So sánh hiệu quả bảo vệ của hệ có và không sử dụng chất phụ trợ điện cực

Hình 7 trình bày diễn biến thế bảo vệ thép của các anốt không sử dụng so sánh với các anốt tương ứng có sử dụng chất phụ trợ. Đối với hai loại anốt TKG304pt và PbSnAgpt được bọc chất phụ trợ, hiệu quả bảo vệ catốt tăng lên rõ rệt thể hiện ở sự tăng điện thế bảo vệ catốt thép cacbon về phía âm hơn so với trường hợp không sử dụng chất phụ trợ. Sau 90 giờ tiến hành bảo vệ điện thế của thép cacbon vẫn ổn định ở -950 mV/Cu/CuSO₄ đối với anốt TKG304pt và -850 mV/Cu/CuSO₄ với anốt PbSnAgpt.



Hình 7. So sánh sự biến thiên điện thế của điện cực catốt thép cacbon theo thời gian hệ hoạt động trong môi trường đất khi có và không có chất phụ trợ điện cực bọc quanh anốt

Kết quả thu được đối với ba loại anốt trên cơ sở PbO₂ hiệu quả bảo vệ lại giảm xuống, điều này được giải thích chất phụ trợ có thành phần: bentonit 65 % + cacbon 12 % + nước 23 % chỉ phù hợp với các loại anốt bằng kim loại hoặc hợp kim nhưng không thích hợp với các loại anốt dạng màng phủ. Việc nghiên cứu lựa chọn được chất phụ trợ điện cực thích hợp với các anốt trên cơ sở PbO₂ cần được tiếp tục để nâng cao hiệu quả bảo vệ catốt cho thép cacbon bằng phương pháp áp dòng ngoài.

4. KẾT LUẬN

Các loại vật liệu PbO₂ được tổng hợp bằng phương pháp áp dòng sử dụng làm anốt trợ có và không bọc chất phụ trợ điện cực trong hệ bảo vệ catốt bằng dòng ngoài cho thép cacbon trong môi trường đất. Đối với hệ không bọc phụ trợ điện cực, các anốt A2, A3, A4 và A5 cho hiệu quả bảo vệ tốt hơn so với các anốt A0, A1 và A6. Ba anốt được bọc chất phụ trợ: A3 pt, A4 pt và A5 pt cho hiệu quả bảo vệ catốt giảm đi rõ rệt thể hiện ở sự giảm điện thế catốt thép cacbon sau một thời gian ngắn tiến hành bảo vệ do thành phần chất phụ trợ chưa thích hợp với các loại anốt dạng màng.

Khi không bọc chất phụ trợ cho anốt, hiệu quả bảo vệ khi sử dụng các anốt PbO₂ lớn hơn nhiều so với hai anốt TKG304 và PbSnAg. Với hệ sử dụng chất phụ trợ điện cực thì hiệu quả bảo

vệ của hai loại anốt TKG304pt và PbSnAgpt lại tăng lên và điện thế của catốt thép cacbon khá ổn định sau 90 giờ hệ hoạt động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 6051-1995 - Hệ bảo vệ catốt – Yêu cầu thiết kế, lắp đặt và kiểm tra, Hà Nội, 1995.
2. S. Akira and others - The development of a maintenance system for cathodic protection under-ground, 13th Asian - Pacific Corrosion Control Conference, Osaka, Japan, 2003.
3. Donald L. Basham, James W Wright, Kathleen I. Ferguson, Get W Moy, Electrical Engineering Cathodic Protection, UFC, 2004.
4. Polcaro A. M., Palmas S., Renoldi F., Mascia M. - On the performance of Ti/SnO₂ and Ti/PbO₂ anodes in electrochemical degradation of 2-chlorophenol for wastewater treatment, Journal of Applied Electrochemistry **29** (1999) 147-151.
5. Schumann U. and Arundler - Electrochemical degradation of organic substance at PbO₂ anodes: monitoring by continuous CO₂ measurement, Journal of Electroanalytical chemistry **567** (2004) 56-64.
6. Velichenko A. B., Amadelli R., Baranova E. A., Girenko D. V., Danilov F. I. - Electrodeposition of Co-doped lead dioxide and its physicochemical properties, Journal of Electroanalytical Chemistry **527**, (2002) pp.56-64.
7. Đinh Thị Mai Thanh và cộng sự - Ảnh hưởng của thành phần dung dịch đến quá trình tổng hợp PbO₂ trên thép không gỉ 304, Tạp chí Khoa học và Công nghệ **44** (6) (2006) 676-680.
8. Đinh Thị Mai Thanh, Nguyễn Thị Lê Hiền - Nghiên cứu cấu trúc lớp PbO₂ kết tủa điện hoá trên nền titan, Tạp chí Khoa học và Công nghệ **44** (2) (2006) 38-43.
9. Amadelli R., Samiolo L., Velichenko A. B., Knysh V. A., Luk'yanenko T. V., Danilov F. I. - Composite PbO₂-TiO₂ materials deposited from colloidal electrolyte: Electrosynthesis and physicochemical properties, Electrochemical Acta **54** (2009) 5239-5245.
10. Velichenko A. B., Amadelli R., Knysh V. A., Luk'yanenko T. V., Danilov F. I. - Kinetics of lead dioxide electrodeposition from nitrate solutions containing colloidal TiO₂, Journal of electroanalytical **632** (2009) 192-196.
11. Phan Thị Bình, Bùi Hải Ninh, Mai Thị Thanh Thùy - Tính chất điện hóa của composit PbO₂-PANi tổng hợp bằng phương pháp xung dòng, Tạp chí Hóa học **47** (6B) (2009) 138-142.
12. Lê Tự Hải, Trương Công Đức, Trần Văn Thắm - Nghiên cứu quá trình điện kết tinh PbO₂ trên nền graphit bằng phương pháp oxi hóa anot ion Pb²⁺ trong dung dịch Pb(NO₃)₂, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng **28** (5) (2008) 69-75.
13. Yuehai Song, Gang Wei, Rongchun Xiong - Structure and properties of PbO₂-CeO₂ anodes on stainless steel, Electrochemical Acta **52** (2007) 7022-7027.
14. Ueda M., Watanabe A., Kameyama T., Matsumoto Y., Sekimoto M., Shimamune T. - Performance characteristics of new type of lead dioxide-coated titanium anode, Journal of Applied Electrochemistry **25** (2001) 817-822.

15. Đinh Thị Mai Thanh, Nguyễn Thị Ngọc Diệp - Khảo sát độ bền ăn mòn của vật liệu PbO₂/thép không gỉ 304 trong môi trường đất, Tạp chí Khoa học và Công nghệ **48** (3A) (2010) 31-38.
16. Ngô Quốc Long, Lê Văn Cường, Lê Đức Bảo, Đông Văn Thu, Lê Bá Thắng - Nghiên cứu quá trình ăn mòn thép cacbon và lớp phủ kim loại trong môi trường đất Việt Nam – kết quả thử nghiệm hiện trường, Hội nghị Ăn mòn Châu Á – Thái Bình Dương, Việt Nam, Tp. Hồ Chí Minh, Tập 2, 1999, tr. 639-642.

ABSTRACT

APPLYING OF PbO₂ DEPOSITION ON AS INERT ANODES FOR CATHODIC PROTECTION PROCESS WHICH USES CURRENT IMPOSE IN THE SOIL

Nguyen Thu Phuong*, Pham Thi Nam, Dinh Thi Mai Thanh

Institute for Tropical Technology, VAST, 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi

*Email: *phuong.p1vktnd@yahoo.com.vn*

PbO₂ was electrodeposited by electrochemical deposition method on the substrate of 304 stainless steel in alkaline solution including 3.5 M NaOH and saturated PbO, then in acid solutions with various components including 0.5 M Pb(NO₃)₂ and 0.1 M HNO₃ with the presence of 5 g/l TiO₂, NaF and sodium dodecyl sulfate (SDS). Eight types of materials on the basis of PbO₂ were used as the inert anodes in the system of cathodic protection by current impose for carbon steel in the soil. The results of measuring the potential of carbon steel cathode according to time, the activity protection system showed that a protective effect of the system which uses PbO₂ anodes is higher than 304 stainless steel and PbSnAg. For the protection system using electrode auxiliary substances, the protective effect of system used anodes on the basis of PbO₂ reduced but the protective effect of system used 304 stainless steel and PbSnAg increased.

Keywords: PbO₂, electrochemical deposition method, 304 stainless steel, inert anodes, cathodic protection, current impose, soil