

SILANOS DOPADOS PARA LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA DEL ACERO

Cecilia Deyá

CIDEPINT (Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas)
Calle 52 entre 121 y 122 (B1900 AYB) La Plata, Buenos Aires

Introducción

La adhesión de una pintura a un sustrato depende, fundamentalmente, de la rugosidad y del grado de limpieza (ausencia de grasas, restos de óxidos, etc) del mismo. Para lograr esto se han empleado, tradicionalmente, procesos como arenado o granallado. Sin embargo, estos procesos son contaminantes y, a veces, difíciles de aplicar, como en el caso de estructuras con cavidades. Por dichas razones, se han buscado métodos alternativos, como el cromado. Sin embargo, el cromado es un compuesto tóxico.

Los silanos también han sido estudiados como promotores de adhesión. Son compuestos del tipo $R-O-Si-(OR')_3$ siendo R un grupo organofuncional no hidrolizable y R' un grupo orgánico, capaz de reaccionar mediante hidrólisis y posterior condensación. El mecanismo general para mejorar la adhesión es la formación de un enlace covalente Si-O-Metal que involucra al grupo R' de la molécula. La selección del grupo R dependerá de su compatibilidad con la resina de la pintura anticorrosiva elegida.

Varios silanos han sido estudiados como promotores de la adhesión entre sustratos metálicos (acero galvanizado, acero, aluminio, cobre) y pinturas de tipo poliuretánicas o epoxídicas con buenos resultados [1-3].

Además, es posible dopar al silano con inhibidores de la corrosión de forma tal de incorporar cierta protección anticorrosiva suplementaria a la de la pintura. Entre los inhibidores que pueden usarse, los cationes cerio y lantano han sido los más estudiados [4, 5]

El objetivo de este trabajo fue el de estudiar el glicidoxipropiltrimetoxisilano (glymo) dopado con inhibidores solubles de la corrosión como paso previo a su estudio como promotor de adhesión con una acción anticorrosiva complementaria. Sales sódicas de fosfato, polifosfato, pirofosfato, benzoato, salicilato y molibdato fueron elegidas como dopantes, debido a que sus aniones han funcionado como pigmentos anticorrosivos en pinturas para la protección del acero [bibliog].

Metodología

Una solución acuosa al 1% de glymo (cuya estructura puede verse en la Figura 1) fue preparada, en peso, y agitada durante 1 hora. Luego, un inhibidor de "flash rusting" y una determinada masa de sal soluble de sodio fueron incorporados y la suspensión agitada hasta la completa disolución del sólido. Las sales empleadas fueron fosfato (Pp), polifosfato (Pf), pirofosfato (Pi), benzoato (Bz), salicilato (S) y molibdato (M). La concentración del compuesto anti "flash rusting" fue 0,5% en peso y de las sales, en todos los casos, de 2,5% en peso.

El sustrato empleado fue acero SAE 1010 previamente lijado hasta lija nº 1000, limpiado con etanol y secado al aire. Posteriormente, los paneles fueron sumergidos en la solución de glymo y sal durante 20s y retirados de la misma a una velocidad de 32cm/min.

Los paneles recubiertos fueron curados a 100°C durante 1 hora. Acero recubierto con una película de glymo sin dopar (Sd) curada a 100°C y acero sin pretratar (B) también fueron ensayados y empleados como blanco.

Los paneles curados permanecieron en un desecador a temperatura ambiente

durante 3 días y, antes de realizar los ensayos, se limitaron, sobre los paneles, áreas de exposición de 2 cm x 2 cm.

A fin de obtener curvas de polarización, en modo Tafel, se emplearon un Potenciostato / Galvanostato EG&G PAR Modelo 273A y el software SOFTCORR 352. Las medidas se realizaron en una celda con tres electrodos siendo el electrodo de referencia uno de calomel saturado (ECS), el contraelectrodo de platino y el electrodo de trabajo el acero recubierto. Las curvas se llevaron a cabo luego de 1, 6 y 25 horas de inmersión en solución de NaCl 0,5M con una amplitud de $\pm 250\text{mV}$ y una velocidad de barrido de $0,5\text{mV}\cdot\text{s}^{-1}$.

Resultados

El potencial de corrosión de los sistemas glymo dopado / acero se desplaza hacia valores más negativos a medida que transcurre el tiempo, siendo estos valores, en general, más positivos que el de B. En el caso del sistema Sd, el potencial es levemente inferior al de B.

La corriente de corrosión aumenta con el tiempo, hasta transcurridas 6h de inmersión, después, disminuye, excepto en el caso de S que continúa aumentando. Transcurrida la primera hora de inmersión, el blanco es el que tiene menor corriente de corrosión, luego, el valor aumenta, siendo el más alto de los sistemas estudiados.

Las curvas de Tafel muestran que en ningún caso el acero se encuentra pasivado. Las corrientes anódicas de los sistemas, luego de 1h de inmersión, son mayores (P_p , P_f y P_i) o similares (B_z , S, M) a las del acero desnudo (B) pero, menores, en todos los casos, a las de Sd. Sin embargo, las corrientes catódicas son, para todos los sistemas, mayores a las de B y menores a las de Sd, sobre todo, a bajos sobrepotenciales. En cambio, si bien a tiempos cortos, la corriente anódica de B es la menor, a tiempos largos, las corrientes de los sistemas glymo dopado / acero, son levemente menores y similares a las de Sd.

Conclusiones

Cuando las películas de glicidoxipropiltrimetoxisilano están dopadas con compuestos de aniones activos contra la corrosión, protegen el acero disminuyendo la corriente de corrosión.

A tiempos largos, la mejor protección la brinda la película de glymo dopada con pirofosfato de sodio, seguido del dopante molibdato de sodio. La película de glymo dopada con fosfato de cinc es la que menos protege el acero, ya que disminuye la corriente de corrosión sólo levemente.

Bibliografía

1. P. Walker, J. Oil Col. Chem. Assoc, 65, 1992, 415-423.
2. N. Zand, M. Mahdavian, Surface & Coating Technology, 203, 2009, 1677-1681.
3. M. Fedel, M. Olivier, M. Poelman, F. Deflorian, S. Rossi, E.-E. Druart, 66, 2000, 118-128.
4. H. Wang, R. Akid, Corrosion Science, 50, 2008, 1142-1148.
5. M. Ferreira, R. Duarte, M. Montemor, A. Simoes, electrochim Acta 49, 2004, 2927-2935.

Figure 1. Glymo

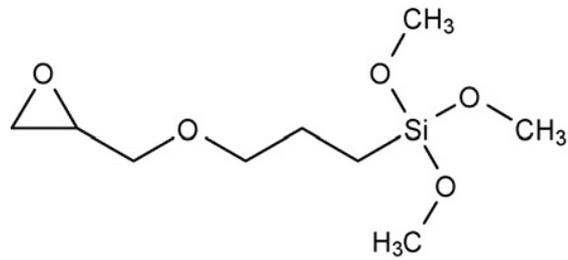


Tabla 1. Potencial y densidad de corriente de corrosión de los sistemas luego de 1, 6 y 25 horas de inmersión

Dopante		- E corr (mV)			j ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)		
		1 h	6 h	25 h	1 h	6 h	25 h
Fosfato de sodio	Pp	426,6	528,0	529,7	15,9	88,7	71,2
Polifosfato de sodio	Pf	383,8	477,0	583,1	13,8	69,4	49,8
Pirofosfato de sodio	Pi	375,4	486,3	635,3	9,1	67,3	27,1
Benzoato de sodio	Bz	349,3	498,9	561,9	4,6	77,1	60,0
Salicilato de sodio	S	344,3	475,1	570,9	3,6	57,4	63,1
Molibdato de sodio	M	327,7	473,4	591,4	8,4	58,5	41,2
Sin dopante	Sd	499,5	555,0	640,0	45,1	80,5	36,9
Acero desnudo	B	457,1	522,5	611,4	3,1	108,0	89,0

Figura 1. Curvas de Tafel de los sistemas glymo / acero luego de 1 hora de inmersión

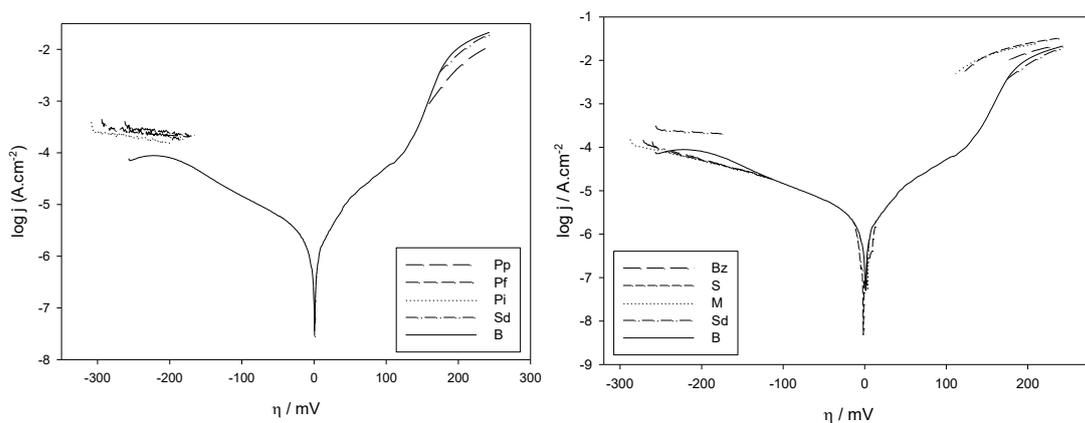


Figura 2. Curvas de Tafel de los sistemas glymo / acero
luego de 25 horas de inmersión

