

CORROSIÓN DE ACERO SAE 1018 EN AGUAS AMARGAS COLECTADAS DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO: EFECTO DE LA TEMPERATURA

Esparza Zúñiga Estella M., Veloz Rodríguez María Aurora*, Reyes Cruz Víctor E.

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales.

Carr. Pachuca Tulancingo Km 4.5, Col. Carboneras, Mineral de la Reforma, Hgo.

*mveloz@uaeh.reduaeh.mx

RESUMEN

En este trabajo, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación electroquímica de un sistema de acero al carbono SAE 1018, sumergido en una muestra de agua amarga colectada en la industria del petróleo, variando la temperatura, entre 25 y 50°C, sin agitación. La evaluación se realizó utilizando técnicas de polarización lineal, curvas de polarización de Tafel y obteniendo imágenes de MEB en cada temperatura evaluada. Los resultados de polarización lineal indican una disminución de la R_p aunque no lineal, que puede estar muy relacionada con la morfología de los productos de corrosión. Asimismo, se observó que la rama catódica en las curvas de polarización de Tafel tiene un comportamiento no predecible ya que, hasta los 40°C, la velocidad de reducción aumenta conforme la temperatura y a partir de allí disminuye incluso más que a 35°C. Las imágenes de microscopia muestran una capa compacta de productos de corrosión que a 45 y 50°C cambia sus propiedades totalmente, mostrando productos de corrosión diferentes.

Palabras clave: Corrosión, medio amargo, acero al carbono, temperatura.

INTRODUCCIÓN

La corrosión es originada por la interacción de tres factores tales como la reacción, el medio y el material; por esta razón es importante conocer cómo estos factores influyen en el mecanismo de corrosión, ya sea promoviendo o inhibiendo la corrosión.

El acero al carbono SAE 1018 es ampliamente utilizado como un material de construcción en muchas industrias debido a sus excelentes propiedades mecánicas y bajo costo [1], por lo que la evaluación del mismo puede aportar mucha información útil al campo del control de la corrosión en la industria. Por otro lado el agua amarga es un agua residual con contenido de sulfuros y cloruros, entre otros compuestos, este tipo de aguas resulta muy dañino para los equipos metálicos produciendo velocidades de corrosión muy importantes y que llevan a fallas o desgaste del material [2].

Un factor importante que interviene en el proceso de corrosión es la temperatura, ya que por ejemplo la velocidad de corrosión incrementa con el incremento de la temperatura, para el medio corrosivo, sin embargo para el caso de algunos inhibidores, el efecto protector incrementa con el incremento en la concentración del inhibidor y con el incremento de la temperatura. Este efecto podría tener relación con la evolución de hidrógeno en soluciones ácidas deareadas, mientras que el incremento en la temperatura acelera la quimisorción del inhibidor en la superficie del metal [3]. Sin embargo algunos inhibidores no presentan cambios significativos con el incremento en la temperatura [4]. En casos específicos, la eficiencia aumenta con el incremento de cloruros, pero disminuye al incrementar la temperatura [5]. Lo anterior, indica que es importante realizar un estudio del comportamiento del acero al carbono SAE 1018 a diferentes temperaturas en el medio corrosivo que permita caracterizar los

fenómenos que ocurren en el sistema, de tal manera que se facilite la selección y uso de inhibidores de corrosión.

De acuerdo con lo anterior, en este trabajo se presentan los resultados del estudio realizado a temperaturas entre 25° y 50°C, en un sistema de acero al carbono SAE 1018 en presencia de un agua amarga proveniente de la planta primaria AFA-4 en la Refinería “Miguel Hidalgo” de Tula, Hgo, sin agitación.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se utiliza una celda típica de tres electrodos con el acero al carbono SAE 1018 como electrodo de trabajo, una barra de grafito como contraelectrodo y finalmente un electrodo de calomel saturado como referencia; sumergidos en una muestra de agua amarga a 25°C, 30°C, 35°C, 40°C, 45°C y 50°C. La solución fue deaerada con nitrógeno durante media hora. El electrodo de trabajo se pulió antes de cada experimento y se sometió a baño ultrasónico durante 5 minutos para eliminar los residuos del pulido. Se trazaron curvas de Polarización en el intervalo de potenciales de $E_{corr} \pm 300$ mV, en la solución a dichas temperaturas, con un tiempo de inmersión de 10 minutos, previo a cada experimento. El equipo utilizado fue un potenciostato-galvanostato Autolab Mod. PGSTAT 30 con el software proporcionado por la misma compañía. Posteriormente las muestras obtenidas en cada experimento, tanto anódico como catódico, se analizaron en el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), así como el acero al carbono SAE 1018 que no estuvo expuesto al medio corrosivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presentan las curvas de polarización obtenidas para el sistema a diferentes temperaturas. En ella, se observa que para las temperaturas de 25°C a 40°C, las corrientes de oxidación son muy similares, pero en cuanto la temperatura aumenta a 45° y 50°, se tiene el efecto de aumento en las corrientes de oxidación, ya que éstas son mayores que para el resto de las temperaturas. Las imágenes obtenidas por MEB muestran la presencia de una capa compacta con pequeñas zonas de rompimiento y formación de nuevos productos de corrosión (figura 2), que pueden ser responsables de que las corrientes de oxidación sean muy similares.

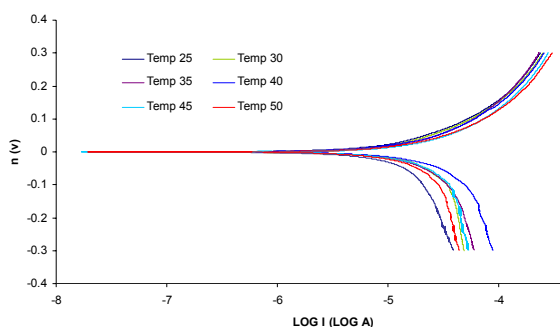


Figura 1. Curvas de polarización obtenidas para un sistema de acero al carbono SAE 1018 sumergido en una muestra de agua amarga proveniente de la industria del petróleo a diferentes temperaturas. La velocidad de barrido es de 1 mV/s.

Por otro lado, la rama catódica es más sensible al cambio de temperaturas ya que se observa, en la figura 1, que en el intervalo de 25 a 40°C, las corrientes de reducción van en aumento, conforme aumenta la temperatura, mientras que con las temperaturas de 45° y 50°, se muestra una disminución e incluso un aumento en la pendiente respecto a lo que ocurre a 35°C. Lo anterior se puede explicar con la formación y redisolución de productos de corrosión que están muy relacionados con la evolución de hidrógeno; puesto que las imágenes del MEB muestran entre 25 y 40 °C (ver figura 3) una capa compacta con zonas porosas de productos de corrosión. Por otro lado, a 45 y 50°C la morfología de la película de productos de corrosión es completamente diferente, indicando un probable control por difusión, además de la formación y redisolución de los productos, como ya se mencionó (figura 4).

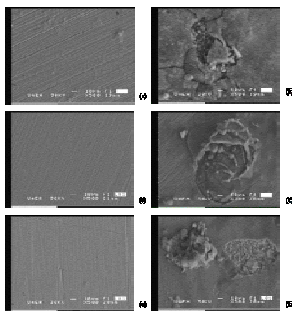


Figura 2: Superficie resultante de la exposición del acero al carbono SAE 1018 a una temperatura de 30°C (a) y (b), 40°C (c) y (d) y 50°C (e) y (f), en el medio ácido amargo realizando un barrido anódico. 500x. 30kV. 2.0cm.

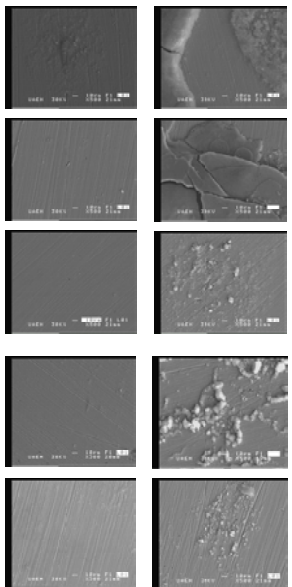


Figura 3: Superficie resultante de la exposición del acero al carbono SAE 1018 a una temperatura de 25°C (a) y (b), 30°C (c) y (d) y 35°C (e) y (f), en el medio ácido amargo realizando un barrido catódico. 500x. 30kV. 2.0cm.

Figura 4: Superficie resultante de la exposición del acero al carbono SAE 1018 a una temperatura de 45°C (a) y (b) y 50°C (c) y (d), en el medio ácido amargo realizando un barrido catódico. 500x. 30kV. 2.0cm.

Ahora bien, con el fin de realizar un análisis cuantitativo de los parámetros de corrosión obtenidos se construyó la tabla 1 a partir de los resultados de polarización lineal y Tafel. En ella se muestran el Potencial de corrosión (E_{corr}), la Resistencia a la polarización (R_p), las Pendientes de Tafel anódica (ba) y catódica (bc) y la Densidad de corriente de corrosión (I_{corr}).

TABLA 1

Parámetros de corrosión obtenidos de las curvas de polarización para el acero al carbono SAE 1018 sumergido en una muestra de agua amarga proveniente de la industria del petróleo a diferentes temperaturas

Temperatura °C	E _{corr} (V)/ESC	I _{corr} ^{Rp} (A/cm ²)	R _p (Ω)	b _a (V/decade)	b _c (V/decade)
25	-0.6796	7.71E-06	2056	0.2174	-0.8456
30	-0.6679	1.26E-05	1256	0.2957	-1.0647
35	-0.6905	1.11E-05	1426	0.2728	-0.6306
40	-0.6686	1.45E-05	1095	0.3232	-0.6581
45	-0.6961	1.17E-05	1357	0.2734	-1.2438
50	-0.6985	1.02E-05	1557	0.2289	-1.1614

En la tabla 1 se observa que los valores del potencial de corrosión, son más catódicos que a 25°C lo que implica que la reacción de reducción se ve favorecida con el aumento de la temperatura. Esto se corrobora con las pendientes catódicas que se obtienen ya que son valores muy altos indicativos de la presencia de procesos difusivos, posiblemente del hidrógeno. Por otro lado la resistencia de polarización muestra valores altos, respecto a otros sistemas en medios ácidos amargos [6], indicando la presencia de productos de corrosión ligeramente protectores. Además se observa una disminución, aunque no lineal, que puede estar muy relacionada con la morfología de los productos de corrosión (ver figuras 2 y 3).

En cuanto a la corriente de corrosión, que está directamente relacionada con la velocidad de corrosión, se observa que está en el mismo orden de magnitud excepto para la de 25°C, indicando que, aparentemente, el aumento en la temperatura no tiene un efecto significativo en ella. Lo cual muestra que la velocidad de corrosión en este caso no puede tomarse como un parámetro confiable, ya que la morfología es diferente, como ya se mencionó. Esto es muy importante ya que la selección del inhibidor de corrosión adecuado se tendrá que realizar tomando en cuenta también este factor.

Es importante mencionar que los estudios realizados se hicieron sin agitación del sistema, no obstante, este puede ser un parámetro que modifique u homogeneice la morfología de los productos de corrosión. Este es un estudio que se está realizando actualmente.

CONCLUSIONES

Los resultados anteriores, indican que la variación en la temperatura de operación puede ocasionar modificación de la estructura de los productos de corrosión y con ello también una modificación en la forma de actuar del inhibidor. Es importante resaltar que los resultados obtenidos son sin agitación e instantáneos y pueden verse modificados con la agitación y el tiempo de exposición.

REFERENCIAS

[1] Abdallah, Helal, Fouda. "Aminopyrimidine derivatives as inhibitors for corrosion of 1018 carbon steel in nitric acid solution". Corrosion Science. Cambridge, U. K. Vol. 48. 2006. 1639-1654 pp

- [2] Industrias químicas. Petróleo y gas natural. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Disponible en World Wide Web: <http://www.mtas.es/insht/EncOIT/pdf/tomo3/78.pdf>
- [3] Stoyanova, Sokolova, Raicheva. "The inhibition of mild steel corrosion in 1M HCL in the presence of linear and cyclic thiocarbamides--effect of concentration and temperature of the corrosion medium on their protective action". Corrosion Science. Cambridge, U. K. Vol. 39, No. 9. Septiembre 1997. 1595-1604 pp.
- [4] Queaishi, Sardar. "Aromatic triazoles as corrosion inhibitors for mild steel in acidic environments". Corrosion Science Section. Houston, Texas. Vol. 58, No.9. Septiembre 2002. 748-755 pp.
- [5] Laycock, Noh, White, Krouse. "Computer simulation of pitting potencial measurements" Corrosion Science. Cambridge, U. K. Vol. 47. No.12. Diciembre 2005. 3140-3177 pp
- [6] B. Esparza, Evaluación de inhibidores de corrosión en medio ácido amargo. Tesis de licenciatura UAEH, Pachuca, Hgo., México, 2007.