

Estudio de la corrosión intercrystalina en tuberías de acero inoxidable en un ciclo combinado

Raúl Andrés Montejo Serrano

Correo electrónico:rmontejo@quimica.cujae.edu.cu

Artículo Original

Rigoberto Marrero Águila

Correo electrónico:rigo@quimica.cujae.edu.cu

Jorge Domínguez Domínguez

Correo electrónico:jdom@quimica.cujae.edu.cu

Carlos Ibrahim Díaz Pérez

Correo electrónico:cidiaz@quimica.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba

Resumen

El presente trabajo se realiza con el fin de dar repuesta a la posible presencia de corrosión intercrystalina y sus consecuencias futuras en los tubos construidos de acero inoxidable 304L y destinados a la conducción del agua a las calderas de un ciclo combinado de producción de electricidad. La planta se encuentra en estos momentos en pleno proceso inversionista de instalación y montaje, y se solicitó dicho estudio ya que durante el proceso de instalación de las tuberías de acero inoxidable que conducirán el agua tratada a los generadores de vapor, se detectaron por parte de los operarios algunas imperfecciones en el material, lo que generó duda acerca de la posibilidad de presencia de corrosión intercrystalina o de otro tipo en las tuberías. Luego de los ensayos realizados según normas internacionales y empleando además ensayos metalográficos se concluye que el material empleado no está sensibilizado a este tipo de corrosión.

Palabras clave: corrosión intercrystalina, acero inoxidable, ciclo combinado

Recibido: 14 de octubre del 2013

Aprobado: 1 de julio del 2014

INTRODUCCIÓN

Las centrales denominadas de ciclo combinado utilizan, además de la turbina de vapor, una turbina de gas en la cabecera del proceso, ello permite alcanzar rendimientos próximos al 50-60 %. En este tipo de industria es frecuente pensar que los perjuicios ocasionados por la corrosión poseen una expresión monetaria definida, es decir, pueden ser siempre valorados en términos de dinero, sin embargo, la realidad demuestra que las pérdidas producidas por la corrosión se van más allá del marco puramente económico, alcanzando cuestiones relativas a la salud y la vida, debido a que la corrosión intercrystalina que se estudia en este

trabajo es difícil de detectar y muy peligrosa debido a las altas presiones y temperaturas con que operan estas plantas. En este trabajo se hace uso de las normas internacionales existentes para evaluar la susceptibilidad del acero inoxidable austenítico a este tipo de corrosión, realizando un análisis detallado de los resultados obtenidos por medio de los ensayos recomendados por las normas para este tipo de corrosión [1].

La corrosión es un proceso químico o electroquímico por medio del cual los metales regresan a su estado natural, es decir, el metal tiende a disolverse en sus iones, por ejemplo: el acero regresa al óxido de hierro, igualmente las aleaciones de zinc, aluminio, etc, [2], [3].

Otras definiciones de corrosión son las siguientes:

- Destrucción o deterioro de un material por reacción con su medio ambiente.

- Metalurgia extractiva al revés [4].

En términos generales de acuerdo con la Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos (Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico) los perjuicios causados por la corrosión equivalen del 1,5 al 3,5 % del Producto Interno Bruto en numerosos países, aumentando con el grado del subdesarrollo, la humedad, la contaminación y salinidad ambiental [5].

Los últimos estudios llevados a cabo sobre el impacto económico de la corrosión muestran resultados alarmantes. De 1999 a 2001, Estados Unidos tuvo un total anual de costos directos de aproximadamente 276 mil millones de dólares, algo así como 3,1% del PIB de ese país. De la misma manera, en Perú, de acuerdo con la empresa Teknoquímica, en el año 2000 las pérdidas por corrosión representaron 8 % del PIB, es decir, aproximadamente 1 200 millones de dólares [6].

Los fenómenos de corrosión se pueden clasificar básicamente en corrosión química y electroquímica, en dependencia del mecanismo por el cual transcurre el proceso, lo que está determinado en lo fundamental por las condiciones del medio. En medios electrolíticos, que es lo más frecuente (agua y disoluciones, capa superficial de humedad sobre los metales, suelos con determinado nivel de humedad, etc.), se produce la corrosión electroquímica, mientras que en medios secos (gases de combustión, líquidos no electrolíticos, etc.) y a altas temperaturas se origina la corrosión química.

También puede clasificarse la corrosión en dependencia de la forma en que se presenta o su morfología. Así se encuentra la corrosión uniforme o generalizada, donde el ataque es más o menos similar en toda la superficie del metal, y la corrosión no uniforme o localizada en sus diferentes formas, donde unas partes son más afectadas que otras [7].

Los aceros inoxidables son aleaciones ferrosas (donde el material base es el hierro) y que tienen en su composición al menos 12 % de cromo. Suelen tener además otros aleantes que mejoran sus propiedades mecánicas, químicas o tecnológicas o que los dotan de especial resistencia a diferentes tipos de corrosión. Son materiales de excelentes propiedades mecánicas, dúctiles, soldables y de excepcional resistencia a la corrosión frente a los medios más comunes. Sin embargo, se usan solo en determinadas aplicaciones donde se justifica su empleo por su alto costo en relación con los aceros al carbono. El término *inoxidable* es relativo porque, como cualquier material metálico, son susceptibles a determinados tipos de corrosión. Una forma de corrosión típica de los aceros inoxidables es la corrosión intercrystalina [8].

Los aceros inoxidables austeníticos tienen una estructura austenítica (red cúbica centrada en las caras, Fe^x) la que es estable, independiente de la temperatura. Se obtienen agregando níquel a la aleación, por lo que la estructura cristalina del material se transforma en austenita y de aquí adquieren el nombre. Son aceros que además de contener cromo en proporción de 16-26 % contienen níquel en proporción de 6-22 %, y contenidos en carbono muy bajos, inferiores al 0,03 %, y que solo pueden aumentarlo hasta el 0,25 % en casos de máximo contenido de cromo y níquel.

- Los aceros inoxidables austeníticos constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles, integrando las series 200 y 300 de AISI (American Iron and Steel Institute).

La familia de los aceros inoxidables austeníticos se divide en dos categorías:

Serie 300 AISI: Aleaciones cromo-níquel

Serie 200 AISI: Aleaciones cromo-manganeso-nitrógeno

La Serie 300 es la más extensa, mantiene alto contenido de níquel y hasta 2 % de manganeso. También puede contener molibdeno, cobre, silicio, aluminio, titanio y niobio, elementos que son adicionados para conferir ciertas características. En ciertos tipos se usa azufre o selenio para mejorar su habilidad de ser maquinados. Los preferidos en la industria química y los más populares por su versatilidad y excelentes propiedades son el AISI 304 y AISI 316 y sus variantes AISI 304L y AISI 316L [7].

Se habla de corrosión intercrystalina o intergranular cuando el ataque corrosivo se localiza en los límites de grano del material metálico, y es típica en aceros inoxidables austeníticos. Como consecuencia de ello se pierde la coherencia entre granos y el material reduce significativamente los valores de sus propiedades mecánicas habituales.

En un caso severo de corrosión intercrystalina, granos enteros se desprenden debido a la deterioración completa de sus límites, en cuyo caso la superficie aparecerá rugosa al ojo desnudo, y se sentirá rasposa debido a la pérdida de granos.

En la mayoría de los casos donde la soldadura es necesaria, el carbono es un elemento indeseable que debe ser minimizado o controlado por medio de estabilizadores.

Es importante entender la reacción del carbono cuando se somete a los aceros inoxidables tipo 300 al calor de la soldadura. Los carburos de cromo se forman cuando el acero pasa lentamente a través de temperaturas de 430 °C a 870 °C, y se deja enfriar lentamente tal como puede ocurrir durante la soldadura. En estas condiciones se forma $(FeCr)_{23}C_6$, que es insoluble y precipita en los bordes de grano. Esto se debe a que el carbono de estos aceros durante el calentamiento difunde mucho más rápidamente que el cromo del interior al límite de grano. El carbono inhibe la acción pasivante del cromo, al consumirlo y las zonas alrededor del carburo de cromo que se forma quedan susceptibles a la corrosión porque la cantidad de cromo en

ellas no llega al 12 % necesario para lograr la pasividad. Ello ocurre en el metal base adyacente a la soldadura. Usualmente, la soldadura en sí no resulta afectada.

Es de señalar que en una planta de ciclo combinado se utiliza dos veces la energía térmica de un combustible gaseoso. Primero en la turbina de gas y posteriormente en la caldera. La planta de ciclo combinado tiene un esquema como el que se muestra en la figura 1.

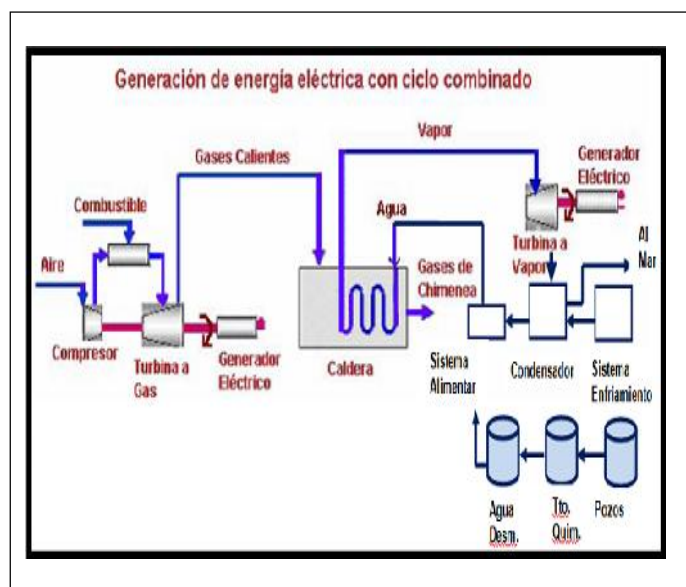


Fig. 1. Diagrama simplificado de una planta de ciclo combinado

La eficiencia con que operarán las calderas de vapor, y por consiguiente el costo de esta operación, así como la seguridad y durabilidad de la misma, dependen en gran medida de la calidad del agua con que se alimentan. El tratamiento que se requiere dar al agua debe ser considerado y efectuado por personal capacitado para asegurar que los efectos nocivos de los compuestos acarreados por el agua sean reducidos al mínimo. Para obtener la calidad deseada en el agua se pueden utilizar varios procesos de purificación. La planta de tratamiento del ciclo estudiado está constituida por tres secciones: pretratamiento, ósmosis inversa y filtración.

Como se observa, se produce electricidad en una primera etapa, en los generadores eléctricos acoplados a las turbinas de gas, y en una segunda etapa en los generadores acoplados a las turbinas de vapor que son impulsadas por el vapor, que se produce aprovechando los gases calientes de escape de la primera etapa. También se observa que el agua tratada constituye la reposición de las pérdidas de condensados que se alimentan a la caldera.

Justamente la tubería conductora de agua de alimentar constituye el objeto de estudio de este trabajo, la cual está constituida de acero inoxidable 304 L y deberá conducir el agua de alimentación a las calderas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron los ensayos normados para detectar la sensibilización de los aceros inoxidables austeníticos a la

corrosión intercrystalina. Esos ensayos están contenidos en la norma ASTM 262-02 (*Práctica Estándar para la Detección de Susceptibilidad al Ataque Intergranular en Aceros Inoxidables Austeníticos*), en especial en su práctica A (*Prueba de Grabado con Ácido Oxálico para la Clasificación de Estructuras de Aceros Inoxidables Austeníticos*) [10]. Adicionalmente se realizó otra prueba de grabado, pero en presencia de hidróxido de potasio, recomendada en el *Manual de Metales ASM, Volumen 9, Metalografía y Microestructuras*. Ambas pruebas requirieron de una preparación superficial minuciosa de las muestras obtenidas de las propias tuberías, mediante un pulido con varios papeles de esmeril sucesivamente desde grado 180 hasta grado 1 000, y por último, un pulido con pasta de diamante para lograr una superficie casi espejo, lo que permite obtener imágenes de la calidad adecuadas para la observación al microscopio metalográfico. La presencia de cierta rugosidad superficial enmascara los resultados por no permitir un enfoque correcto del microscopio [11].

En todos los casos se obtuvieron imágenes en el microscopio óptico con 500 aumentos antes y después de un tratamiento térmico de sensibilización consistente en un calentamiento por 30 min., hasta la temperatura de $700 \pm 10^\circ\text{C}$, seguido de un enfriamiento rápido en agua.

También antes y después del tratamiento térmico se obtuvieron imágenes en un microscopio electrónico de barrido (SEM) y los correspondientes espectros de emisión de rayos X que permiten un análisis de la composición elemental de las diferentes zonas de observación.

La prueba de grabado con ácido oxálico se llevó a cabo colocando la muestra, previamente preparada, como ánodo en una electrolisis y cuya disolución es de 100 g de este reactivo en 900 mL de agua destilada. El tiempo de electrolisis fue de 1,5 min con una densidad de corriente de 1 A/cm^2 . [11].

La prueba de grabado en hidróxido de potasio se efectuó de la misma manera que la anterior, solo que la disolución fue de 140 g del reactivo en 250 mL de agua destilada y la tensión en la celda se mantuvo en 6 V durante 10 min.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 2 corresponde con la imagen de una muestra de acero inoxidable pulido según se explicó, sin la aplicación de tratamiento térmico y sin grabado con los reactivos anteriores. Esta imagen y las sucesivas fueron obtenidas en un microscopio metalográfico con 500 aumentos.

La figura denota que se alcanzó un buen pulido de la superficie, como se describió anteriormente, lo que garantiza una adecuada calidad de las imágenes con mínima interferencia que provocan ralladuras y otros defectos.

La figura 3 es la correspondiente a la muestra luego del tratamiento térmico y sin ataque de reactivos.

En esta se observa que luego del tratamiento térmico realizado sin ningún tipo de ataque electroquímico a la

muestra, no se manifiestan cambios respecto a la imagen anterior. Solo aparecen manchas coloreadas de las finas capas de oxidación formadas producto del procedimiento de calentamiento y enfriamiento posterior. No se observa afectación alguna en la estructura que pudiera indicar la formación de carburos de cromo.



Fig. 2. Muestra sin tratamiento térmico, ni ataque con reactivos (500x de aumento)

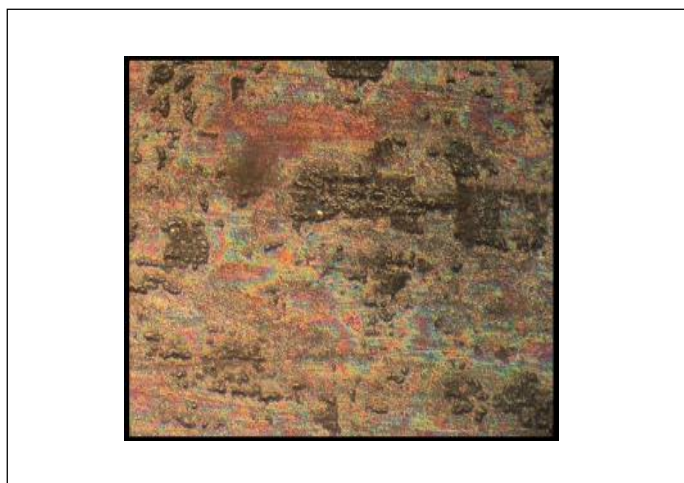


Fig. 3. Muestra después del tratamiento térmico, sin ataque con reactivos (500x de aumento)

Prueba de grabado electroquímico en disolución de hidróxido de potasio (KOH)

En la figura 4 se observa el resultado obtenido en la muestra que no recibió tratamiento térmico y fue atacada electroquímicamente con hidróxido de potasio (KOH). Puede notarse que el material no mostró afectaciones por corrosión de ningún tipo y que se comportó de acuerdo con sus propiedades inoxidable, a pesar de las severas condiciones impuestas por la acción del reactivo y la circulación de corriente anódica. No aparecen ataques electroquímicos en la estructura. Sin embargo, el procedimiento no permite revelar la estructura metalográfica de la aleación.



Fig. 4. Muestra sin tratamiento térmico, con ataque electroquímico en presencia de la solución de KOH (500x de aumento)

Luego del tratamiento térmico realizado, la figura 5 muestra el resultado del ataque electroquímico con KOH. Se puede observar que el material experimenta cierto ataque generalizado que se produce a diferencia del caso anterior, por la menor resistencia a la corrosión del material luego del tratamiento térmico y sometido a extremas condiciones de agresividad por la circulación de corriente anódica en un medio muy agresivo como la solución de KOH. A pesar de estas condiciones el ataque no es severo, de acuerdo con las propiedades inoxidable del material.

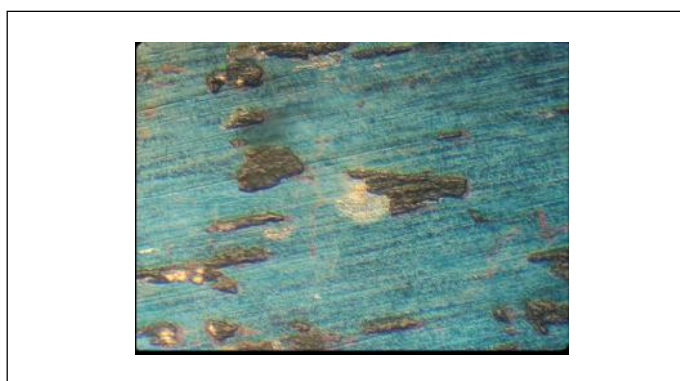


Fig. 5. Muestra después del tratamiento térmico, con ataque electroquímico en presencia de la solución de KOH (500x de aumento)

Como en el caso anterior, no se revela la estructura metalográfica de la aleación. La estructura no se ve afectada por la formación de carburos ni existen zanjas, por lo que no se observa ataque típico de corrosión intergranular.

Prueba de grabado electroquímico en disolución de ácido oxálico

Todas las imágenes que se obtuvieron durante la ejecución de esta prueba fueron comparadas con los patrones de la norma ASTM 262 que permite establecer el nivel de susceptibilidad a la corrosión intercrystalina de los aceros

inoxidables austeníticos. Estos patrones, con sus imágenes correspondientes, se muestran a continuación:

- Estructura de pasos: Se observan líneas oscuras en los límites de granos, que pueden corresponder con carburos atacados por el reactivo con la ayuda de la corriente anódica, pero estas líneas no se manifiestan como zanjas profundas. No hay evidencias de corrosión intercrystalina, según se muestra en la figura 6.



Fig. 6. Estructura de pasos. Solo se presentan pasos entre los granos, no hay zanjas en los límites de grano (500x de aumento)

- Estructura dual: Aparecen algunas zanjas en los límites de granos, que pueden corresponder con carburos atacados por el reactivo de preparación, pero las zanjas no son profundas y ningún grano está completamente rodeado de ellas. Esta situación sugiere profundizar mediante otras técnicas en la posibilidad de existencia de alguna sensibilización a la corrosión de este tipo. Se muestra la imagen correspondiente en la figura 7.

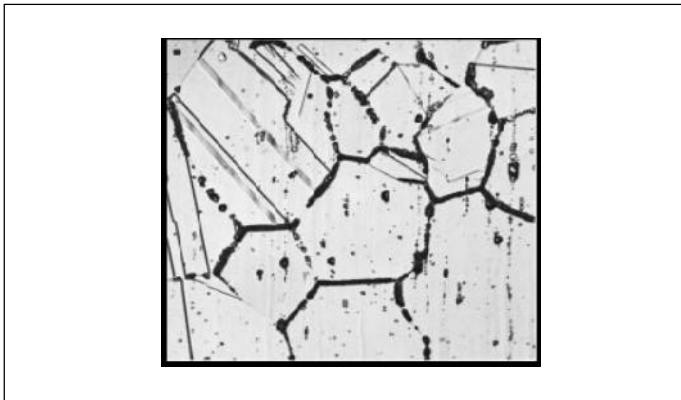


Fig. 7. Estructura dual. Existen algunas zanjas en los límites de granos además de los pasos, pero ningún grano simple está rodeado por zanjas (500x de aumento)

- Estructura de zanjas: En este caso uno o varios cristales se encuentran completamente rodeados por zanjas profundas. Estas zanjas, ubicadas preferentemente en los límites de grano, evidencian la acumulación de carburo de cromo en estos sitios. Este carburo de cromo fue atacado por el reactivo de preparación y se produjeron las zanjas

profundas que se observan. En este caso se puede asegurar que el material está sensibilizado y en condiciones particularmente agresivas, la corrosión intercrystalina ocurrirá y se producirá la falla mecánica del elemento en un breve lapso de tiempo. La imagen correspondiente a este caso se muestra en la figura 8.

A continuación se discuten los resultados obtenidos en este estudio haciendo uso de la prueba de grabado con ácido oxálico y los patrones anteriores.

La muestra proveniente de la tubería objeto de estudio y sometida a un ataque electroquímico con ácido oxálico sin un tratamiento térmico previo, cuya imagen corresponde con la figura 9, presenta un buen grabado en la estructura, lo permitió revelar muy bien la estructura metalográfica de la aleación. Se presenta una estructura de granos alargados presumiblemente en la dirección de la deformación plástica a que fue sometido el material durante el proceso de manufactura del tubo. Sin embargo, en ningún caso se define la formación de carburos. Se observa una estructura de pasos como la reportada en los patrones de la norma ASTM 262 en su ilustración correspondiente. No se encuentran zanjas en los límites de grano, lo que permite asegurar que no existe presencia de corrosión intercrystalina. Ver figura 9.

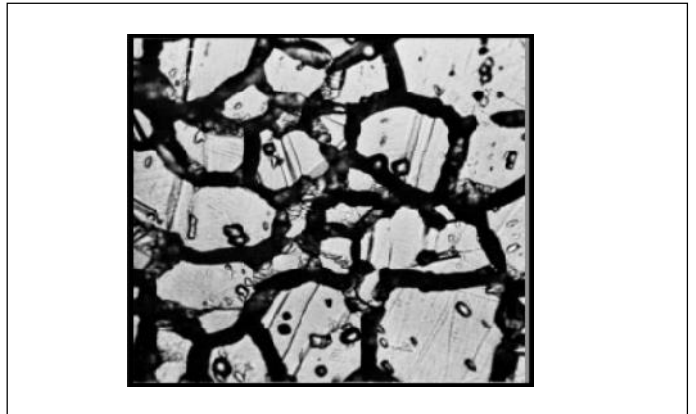


Fig. 8. Estructura de zanjas. Uno o más granos están completamente rodeados de zanjas (500x de aumento)



Fig. 9. Muestra pulida sin tratamiento térmico y con ataque electroquímico en presencia de ácido oxálico (500x de aumento)

Para asegurar la presencia de corrosión intercrystalina sería necesario que aparecieran zanjas que rodearan uno o más cristales, como lo muestra el patrón correspondiente a estructura de zanjas de la norma ASTM, y este efecto no se presenta en la imagen de la muestra. Se puede ver como el efecto del tratamiento térmico es un factor determinante en la forma de los cristales que pasaron de una forma alargada a una forma redondeada, pero no se puede asegurar que el efecto de la temperatura provoca susceptibilidad de la estructura metálica a la corrosión intercrystalina, lo cual, de ser cierto, podría conllevar en algún momento a la aparición de corrosión intergranular si el medio corrosivo fuera particularmente agresivo (figura 10).



Fig. 10. Muestra pulida con tratamiento térmico y con ataque electroquímico en presencia de ácido oxálico (500x de aumento)

Resultados de la aplicación de la microscopía electrónica de barrido (SEM)

Las imágenes obtenidas por SEM antes y después de realizado el tratamiento térmico, según se observa en las figuras 11 y 12, no muestran diferencias entre sí y en ninguna se observa la presencia de una fase diferente que indicaría la presencia de carburos de cromo. No se revela la estructura en ninguna de las dos imágenes pues las muestras no fueron atacadas químicamente [11].

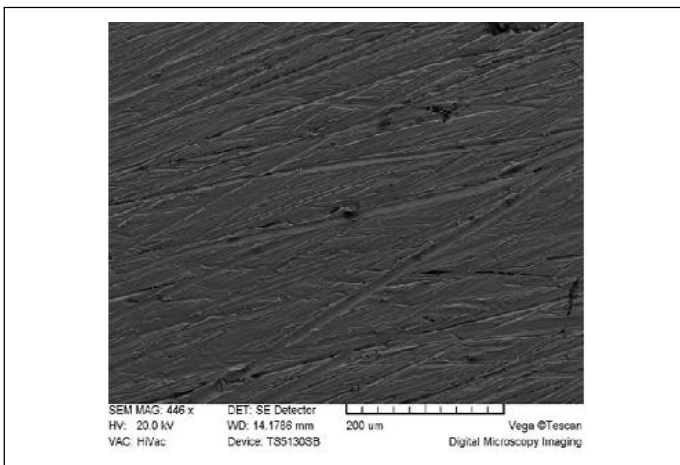


Fig. 11. Imagen obtenida por SEM de la muestra antes del tratamiento térmico

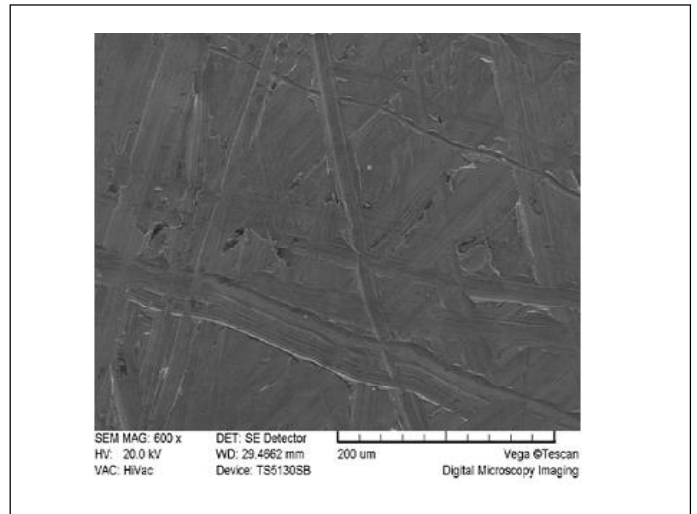


Fig. 12. Imagen obtenida por SEM de la muestra después del tratamiento térmico

De igual forma, los espectros obtenidos por emisión de rayos X mostrados en las figuras 13 y 14 indican que en la composición puntual de la muestra se destacan los componentes principales de la aleación y se observan los picos correspondientes a los elementos principales (Fe, C, Cr, Ni, Mn). Ambos espectros correspondientes a la muestra antes y después del tratamiento térmico no presentan diferencias en su composición, lo que permite asegurar que no ha habido cambios en la composición química global y puntual de la muestra.

El agua que circulará por las tuberías objeto de estudio tiene un elevado grado de pureza producto del tratamiento recibido, lo que la hace un medio extremadamente noble incapaz de producir ataque corrosivo de ningún tipo al acero inoxidable [11]. Las posibilidades de ocurrencia de la corrosión intercrystalina son casi nulas por esta razón, ya que como se ha explicado, aún estando el material sensibilizado a este tipo de corrosión, para que ella se desarrolle se necesita un medio con especiales características y agresividad extrema. La temperatura de operación del sistema no sobrepasa los 70 °C, lo que hace aún más improbable este tipo de corrosión.

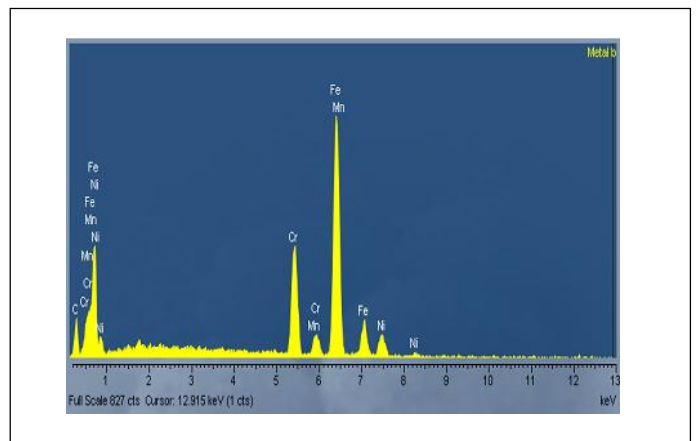
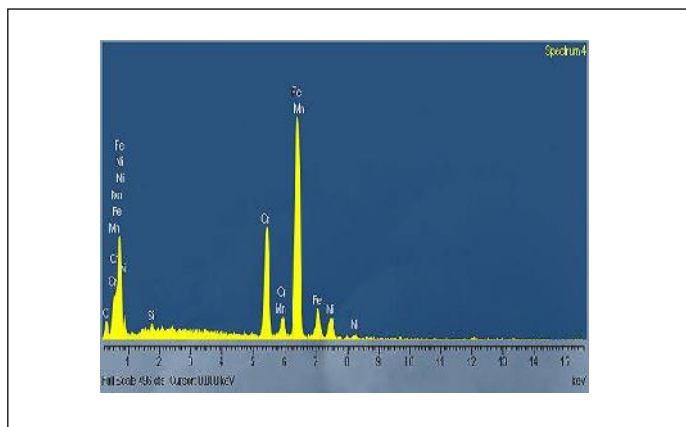


Fig. 13. Espectro obtenido por emisión de rayos X de la muestra antes del tratamiento térmico

El único factor de importancia a tener en cuenta es la presión de operación del sistema, que es alta, lo cual justifica el uso de tuberías de considerable espesor de pared. A pesar de este valor de espesor, a largo plazo una falla por corrosión en la tubería, significaría un riesgo importante y por esta razón se han realizado los trabajos descritos.



CONCLUSIONES

1. En el estudio que se presenta se realizan algunos de los ensayos normalizados internacionalmente en las normas ASTM y otras para determinar la susceptibilidad de los aceros inoxidable austeníticos a la corrosión intercrystalina, tales como las pruebas de grabado electroquímico en presencia de ácido oxálico e hidróxido de potasio. La comparación con los patrones que ofrece la norma permite asegurar que el material no está sensibilizado a la corrosión intercrystalina.

2. El uso de la microscopía electrónica de barrido confirma que no existen fases de carburos de cromo en el material y que la composición elemental de la aleación es la misma antes y después del tratamiento térmico de sensibilización.

3. Las condiciones operacionales y la composición química del agua que manejará la tubería hacen muy improbable la ocurrencia de corrosión intercrystalina, por lo que la posibilidad de falla de la tubería por este concepto es casi nula.

REFERENCIAS

- NARANJO FERNÁNDEZ, Gregorio.** "Las ventajas ambientales de las centrales de ciclo combinado de gas natural". *ÍBERDROLA*, 2008, vol. 10, núm. 3, pp. 1156-118.
- ALFARO LUNA, A.M.** "Identificación y control de los fenómenos de corrosión presentes en los procesos de producción en una empresa cloro- sosa", Monografía para obtener el título de Ingeniero Mecánico-Electricista. Universidad Veracruzana; Coatzacoalcos, Veracruz, México, 2011.
- SMITH GRANT, W.** "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales". 4ta. ed. Hill M, 2008, pp.595-636. ISBN 6875285674.

- BOTIA JOSH, S.** "Ingeniería de Corrosión". Instituto Nacional del Acero, Bogotá, Colombia, 1985, pp. 12-20.
- CASAÑA HERNÁNDEZ, R.** "Material de estudio sobre la corrosión". Para las carreras Mecánica, Eléctrica, Construcción y Mecanización. ISPETP, La Habana, 2006.
- "EU. Situación de la energía en el mundo, Europa y España" [en línea]. [referencia dic.2011]; disponible en: <http://www.energiasrenovables.cimat.es/especiales/energia/index.htm#intro>>Energía [consultado en Mayo 2013].
- DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, Jorge A. et al.** *Introducción a la corrosión y protección de metales*. 2da. ed. Ediciones ENPES, 2006. 451pp. ISBN 959-07-0266-X.
- HUERTA GONZÁLEZ, E.** "Corrosión y degradación de materiales". *Síntesis*, 2009, vol. 7, núm. 8, pp 22-25.
- Metalografía. Aceros inoxidable*. Universidad Tecnológica de Pereira[en línea]. [referencia Junio.2012], disponible en: <http://blog.utp.edu.co/metalografia/feed/>. [consultado en Abril 2013].
- Norma ASTM INTERNACIONAL. Designation: A 262 - 02a."Standard Practices for detecting susceptibility to Intergranular Attack in Austenitic Stainless Steels". Jun 29, 2004. 16pp. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
- ULHIG, H. HERBERT.** "Corrosión y Control de Corrosión". 3ra. ed., Edición Revolucionaria, mayo, 1986.

AUTORES

Raúl Andrés Montejo Serrano

Ingeniero Químico, Máster en Ciencias, Profesor Auxiliar, Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Rigoberto Marrero Águila

Ingeniero Químico, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Jorge Domínguez Domínguez

Ingeniero Químico, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana Cuba

Carlos Ibrahim Díaz Pérez

Estudiante de 5to. año, Facultad de Ingeniería Química, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana Cuba.

Study of the Intercrystalline Corrosion in Pipes of Stainless Steel in a Combined Cycle

Abstract

The present work is carried out with the purpose of giving answer to the possible presence of intercrystalline corrosion and its future consequences in the built tubes of stainless steel 304L and dedicated to the conduction from the water to the boilers of a combined cycle of electricity production. The plant is these in this moments in installation of process investor and assembly and this study was requested since during the trial of installation of the pipes of stainless steel that will drive the water tried to the steam generators, they were detected on the part of the operatives some imperfections in the material, what generated the doubt about the possibility of presence of intercrystalline corrosion or of another type in the pipes. After the realized rehearsals according to international norms and also using rehearsals metallography you concludes that the material employee is not sensitive to this type of corrosion.

Key words: intercrystalline corrosion, stainless steel, combined cycle