

MECANISMOS DE DETERIORO EN ACUMULADORES DE EQUIPOS DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

J. Baldo ⁽¹⁾, A. Domínguez ⁽²⁾, G. Garrido ⁽³⁾, J.C. Gozalvez ⁽¹⁾

jbaldo@inti.gob.ar

⁽¹⁾ Dto. de Mecánica Centro-DT Centro Occidental-SOR Centro-GOAR-INTI

⁽²⁾ Dto. de Materiales Centro-DT Centro Occidental-SOR Centro-GOAR-INTI.

⁽³⁾ Dto. Química Analítica y Residuos Urbanos Centro-DT Centro Occidental-SOR Centro-GOAR-INTI

Palabras Clave: Corrosión bajo tensión, mecanismos de deterioro, energía solar térmica.

INTRODUCCIÓN

Entre los materiales más utilizados en acumuladores de Energía Solar Térmica (EST) se encuentran los aceros inoxidable austeníticos de la serie 300, que buscan mejorar la resistencia a la corrosión y por lo tanto incrementar la vida útil. Dentro de estos, se usan los 304L y 316L de “bajo carbono” (denominados “L” por low carbon) o los aceros estabilizados con Niobio o Tantalio (321 y 347) para evitar la corrosión intergranular.

Sin embargo, estos materiales son susceptibles al mecanismo de deterioro denominado “corrosión bajo tensiones por cloruros”, el cual se manifiesta como fisuras que hacen perder la estanqueidad del acumulador (se pinchan), con disminución de la capacidad de aislación térmica (por humedecimiento del material aislante) y posterior falla del equipo.

Aunque estos aceros tienen muy buena resistencia a la corrosión generalizada son susceptibles a los siguientes procesos de corrosión localizada:

- Corrosión por Picaduras (Pitting)
- Corrosión Inducida Microbiológicamente (MIC)
- Corrosión por Rendijas-Hendiduras (Crevice)
- Fisuración por Corrosión Bajo Tensión (SCC)

El fenómeno más frecuente, que se ha detectado en la mayoría de los equipos analizados y estudiados, algunos instalados en la provincia, son debido al **proceso de “corrosión bajo tensión” -en inglés stress corrosion cracking (SCC)-**. Este es un fenómeno en el que actúa una acción mecánica simultáneamente con una acción química (medio corrosivo) [1] y [2].

El Centro INTI Córdoba cuenta con personal con trayectoria en el diseño, construcción, inspección de equipos, estudio de mecanismos de deterioro de materiales y además están

familiarizados con la tecnología de la EST. Por otro lado, el laboratorio de EST del INTI en PTM dispone de equipos fuera de servicio, que pueden aprovecharse. Además, el interés de importadores y fabricantes para incluir equipos nuevos en la plataforma de ensayos.

OBJETIVOS

Evaluar los aceros inoxidable austeníticos clásicos utilizados (304/304L) para la fabricación con su correspondiente protección catódica y valorar el uso de aceros inoxidable que son más económicos y no son susceptibles a fisurarse por corrosión bajo tensión [3] [4] [5] [6].

DESARROLLO

Observaciones bajo condiciones de servicio. Se montará un banco de observación y ensayo de equipos, en la terraza del edificio del INTI Córdoba. Los ensayos se harán bajo condiciones “reales” de servicio.

- Ensayos de la Protección Catódica. Potencial / Corriente / Eficiencia
- Evaluación del proceso de Corrosión Bajo Tensión. Ensayos con y sin protección catódica
- Evaluación del proceso de Corrosión Bajo Tensión. Ensayos de cupones con distintos materiales (posibles sustitutos)
- Análisis de fallas. Profundizar los estudios de casos que constatan el desarrollo del mecanismo de deterioro como la de “Corrosión bajo tensión”.

Se espera realizar informes con los resultados de los análisis y ensayos a los seis meses (1° informe de avance), otro al año (2° informe de avance), y un tercer y último informe con conclusiones y recomendaciones a los dos años (informe final).

Observaciones fuera de servicio. Como complemento, se seguirán realizando análisis

de falla de equipos; del laboratorio solar del INTI, o de algún importador, fabricante o particular, para determinar las causas fundamentales de las fallas prematuras de los equipos.

Para colaborar con las tareas, y al mismo tiempo formar un profesional, se espera incorporar un becario (programa Becas INTI 2022), estudiante de la carrera de ingeniería metalúrgica, que se lo capacitará en:

- Mecanismos de deterioro en equipos de EST.
- Análisis de falla.
- Mecanismos de corrosión bajo tensión.
- En aceros inoxidable austeníticos y ferríticos.
- Protección Catódica.

RESULTADOS

Avances parciales:

1. Análisis de casuística. Se han analizado tres casos de equipos deteriorados que se recibieron y se han realizado asistencias por consultas a dos empresas.
2. Adquisición de equipos. Se gestionó la donación de equipos; cuatro de tubos al vacío y uno de Placa plana.
3. Diseño del banco de ensayos. A) Se diseñó la instalación sanitaria y disposición de los equipos EST. B) Se gestionó el armado de los instrumentos de medición y la fabricación de las probetas. C) Se comenzó con el diseño y la construcción de sensores y telemetría.
4. Compras de insumos. Se gestionó la compra de los insumos necesarios para la construcción de un puente y barandas de seguridad para acceder a la plataforma, y todo el material necesario para conectar los equipos al sistema de ACS del edificio.

Una vez construido e instalado el banco de ensayos, los resultados que se esperan son:

Protección Catódica: Los resultados mostrarán, de una forma mensurada y comprobable, el efecto de la protección catódica frente al fenómeno de fisuración por corrosión bajo tensión que tiene el acero inoxidable austenítico de la serie 300. Verificando si la protección catódica con ánodos de sacrificio es el método más adecuado.

Materiales Sustitutos: Hay materiales que son resistentes a la corrosión bajo tensión en medios con presencia de cloruros, por ejemplo, los Aceros Inoxidables Ferríticos, los Dúplex y los Austeno Ferríticos. A través de cupones (que se insertarán dentro del acumulador), se evaluarán el comportamiento y la susceptibilidad a este

mecanismo de deterioro de distintos tipos de materiales, algunos con los que actualmente son construidos los acumuladores y otros con los que podrían construirse.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se esperan los siguientes impactos:

Para los Fabricantes: Los resultados de estos ensayos podrían servir para mejorar la calidad, precio y vida útil de los equipos, reduciendo las pérdidas por reemplazo de equipos y por posibles demandas civiles.

Para el sector: También servirá como una herramienta para poder consensuar con Importadores, Fabricantes e Instaladores, para incorporar el tema en alguna Norma de referencia nacional, como la IRAM 210015-1.

Para el INTI PTM. Podría incorporar servicios de ensayos estandarizados a los equipos que ingresen al Laboratorio de EST en cuanto al diseño, especificación del material y protección catódica.

Para el Centro INTI Córdoba. Podrá brindar asistencia técnica a las Pymes que se dedican a la fabricación o comercialización e instalación de estos equipos. Además, parte de los equipos de la plataforma se podrán usar para calentar el agua sanitaria del edificio (ahorro energético).

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de EST del Departamento de Generación de la Energía de INTI- PTM. Al Departamento de Superficie, Sector Pintura del INTI-PTM. A la Cámara de la Industria Energética de Córdoba (CADIEC), a las empresas SOLENAR, FeboAsoma y FAME SA. Al área de Mantenimiento y al Laboratorio de Calibraciones y Mediciones Eléctricas, ambos del Centro INTI Córdoba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Mecanismos de deterioro en acumuladores de EST. Domínguez A. y Baldo J., Seminarios INTI organizado con CADIEC y CAFEEST en agosto 2020.
- [2] Normas ASTM, Part 10 Metals-Physical, Mechanical, Corrosion Testing.
- [3] Normas ASTM G30 (U-bend), G38 (C-ring), G39 (Bent-beam) y G58 (weldments).
- [4] Metal Handbook Vol 13, Stress Corrosion Cracking in stainless Steel austenitic and ferritic.
- [5] Protezione catodica. L. Lazzari y P. Pedferri, Sienza e Tecnica dei Materiali.
- [6] ASM Metals Handbook Volume 11 - Failure Analysis and Prevent.