

Información Técnica Referente al Muestreo con Cupones - Por A. S. Krisher

PRUEBAS de CORROSIÓN, PORQUÉ?

Estas pruebas son hechas por numerosas razones, algunas de las cuales son:

1. Proveer una vista interna de los mecanismos de la corrosión.
2. Comparar la resistencia de una aleación con respecto a otra bajo condiciones estándar.
3. Como pruebas de control de calidad para una determinada aleación.
4. Para proveer las bases para determinar la vida estimada de servicio de un equipo del proceso.

La discusión siguiente relata primeramente la razón número 4, sin embargo los mismos principios aplican en pruebas para otros propósitos.

REQUERIMIENTOS GENERALES PARA PRUEBAS CON CUPONES:

Hay un número de requerimientos para una buena práctica que aplican a las pruebas con cupones:

1. Los historiales químicos y del proceso del material en el cupón deben ser conocidos.
2. El cupón debe estar positivamente identificado, usualmente por números codificados grabados en el espécimen.
3. Los datos acerca de la prueba a un cupón específico debe estar registrado en un libro de registros permanente. Los ítems que deben ser registrados son la información detallada en el cupón (química, propiedades químicas y mecánicas, e historia del proceso), dimensiones del cupón, peso inicial del mismo, y condición inicial de la superficie y tiempo de exposición también debe quedar registrado.

TIPO DE PRUEBAS

Los valiosos datos en la estimación de la vida útil de servicio de una parte del equipo del proceso pueden ser generados de varias maneras:

1. Experiencia Operacional: La información más confiable es generada por la experiencia operacional actual, con equipos similares en condiciones idénticas de servicio. En un sentido, el equipo es usado como un cupón grande, complejo y caro. Este es un método de pruebas lento y costoso, especialmente cuando los datos en muchos materiales son requeridos.
2. Equipos Modelo: Instalados paralelo al equipo actual o en operaciones en pequeñas escalas, que pueden generar información casi tan confiable como la del equipo a escala completa. Se debe tener cuidado en que las variables importantes hayan sido adecuadamente simuladas.

3. Cupones – Campo: Los cupones expuestos en equipos operacionales son ampliamente usados. Se debe tener mucho cuidado en la instalación de los cupones para que estos estén expuestos a las condiciones corrosivas de interés.
4. Cupones – Laboratorio: Los cupones expuestos en soluciones de laboratorio similares a las operaciones de planta, o soluciones sintéticas menos confiables que aproximan la química de la corriente de la planta, generan información útil si las pruebas son diseñadas y conducidas adecuadamente. Dichas pruebas permiten estudiar los efectos de los cambios de la química del proceso sobre la corrosión.
5. Métodos de Prueba Instrumental: Métodos avanzados, incluyendo monitoreos basados en resistencia eléctrica y polarización lineal, son adiciones valiosas para los métodos de pruebas de corrosión. Estos pueden generar un registro continuo de la rata de corrosión. También pueden ser usados para ver dentro de los mecanismos de la corrosión.

CONDICIÓN SUPERFICIAL DE LOS CUPONES:

La condición de la superficie de los cupones es un tema de debate sustancial. Un tanque típico, como instalado en la planta tendrá grandes áreas de superficie en las condiciones originales, áreas pequeñas, estarán afectadas por el calor y soldaduras, y otras áreas habrán sido enterradas durante el proceso de fabricación. Es posible reproducir todas estas condiciones en un cupón. Sin embargo, en el interés de la simplicidad y consistencia, es común manejar cupones con superficies planas, dejando las superficies estándar definidas por el tamaño gradiente del medio esmerilador. Un ejemplo sería el “acabado 120 grit”, alcanzado realizando un esmerilado con una correa de 120 grit. Esto deja una superficie plana con ralladuras claramente identificables, todas en una dirección consistente. Cualquier desviación de esta superficie estándar inicial es atribuible a las condiciones de exposición en el medio ambiente. Cualquier efecto en la corrosión sería debido al acabado inicial, o el acabado en la zona donde se ha aplicado el calor o soldado, o enterrado, sería muy temporal en un sistema corrosivo.

También es importante resaltar que si la condición de la superficie presenta una resistencia a la corrosión desmejorada con respecto al metal sin esta condición superficial, esta situación tendría una confiabilidad cuestionable en el sistema operacional. Cuando la condición de la superficie es deteriorada mecánicamente o químicamente, la resistencia a la corrosión se revertirá a aquel metal con la superficie sin tratamiento.

MONTAJE DEL CUPÓN

Los cupones deberían estar montados de tal manera que estén seguramente fijados y eléctricamente aislados de todo contacto con otros metales (a menos que el propósito sea estudiar la corrosión galvánica). Los materiales de montaje y los materiales de aislamiento deben ser seleccionados para ser resistentes totalmente al ambiente. Una falla en cualquiera de estos componentes, llevaría a la pérdida de datos o la pérdida del aislamiento eléctrico.

TIEMPO DE PRUEBAS

En términos generales, las pruebas de corrosión deben durar como mínimo una semana. En muchos casos, sería recomendable y deseable evaluar el efecto del tiempo de exposición que puede ser hecho por medio de pruebas de intervalos controlados.

LA ECONOMÍA DE LAS PRUEBAS DE CORROSIÓN

Las pruebas de corrosión no son económicas. Más específicamente, los materiales para pruebas de campo con 10 cupones debería costar alrededor de \$150 con un material 316 o \$250 con un material Hastelloy C-276. Si una prueba de campo programada requiere 10 de estas pruebas, el costo total sería de \$1500 a \$2500 más los costos directos (montaje, instalación y remoción, grabación, evaluación, reportes, etc). Estos costos deben ser evaluados en término de los beneficios derivados de la información generada por las pruebas.

En los procesos de la industria actuales, los costos directos del mantenimiento asociados a las fallas prematuras por corrosión usualmente oscilan, como mínimo, en los \$10.000 americanos y frecuentemente cientos de miles. Las pérdidas de negocios asociados a estas fallas pueden ser fácilmente diez veces los costos directos del mantenimiento. Considerando esto, parece evidente que los gastos en las pruebas de corrosión con cupones pueden ser fácilmente justificados.

EVALUACIÓN DE LOS CUPONES DESPUÉS DE LA EXPOSICIÓN

Al final de las pruebas, las observaciones en el cupón antes de ser limpiado deben ser registradas (es recomendado que se haga fotográficamente). Las muestras son limpiadas por varios medios (detallados en las especificaciones apropiadas) para remover todos los depósitos y productos de la corrosión del metal. Después de la limpieza, el cupón es pesado nuevamente y la tasa de corrosión es calculada por la pérdida de peso:

$$\text{Rata de Corrosión (CR)} = \frac{\text{Pérdida de Peso (g)} * K}{\text{Densidad de la Aleación (g/cm}^3\text{)} * \text{Area Expuesta (A)} * \text{Tiempo de Exposición (hr)}}$$

La constante puede variar al calcular la tasa de corrosión en varias unidades:

Rata de Corrosión Deseada Unidad (CR)	Area de Unidad (A)	K-Factor
mils/año (mpy)	in ²	5.34 x 10 ⁵
mils/año (mpy)	cm ²	3.45 x 10 ⁶
milímetros/año (mmy)	cm ²	8.75 x 10 ⁴

$$\text{Pérdida del Metal (ML)} = \frac{\text{Pérdida de Peso (g)} * K}{\text{Densidad de la Aleación (g/cm}^3\text{)} * \text{Area del Exposición (A)}}$$

Pérdida del Metal Deseada Unidad (ML)	Area de Unidad (A)	K-Factor
mils	in ²	61.02
mils	cm ²	393.7
milímetros	cm ²	10.0

Note que estos cálculos son hechos con base en una rata promedio, asumiendo que las pérdidas de metal son perfectamente uniformes en toda la superficie. Examine los cupones bajo un zoom de bajo poder y grabe cualquier evidencia de ataques localizados. Cualquier tipo de alteración por corrosión debe ser observada. La profundidad de penetración en ataques localizados debe ser determinada por medios de exámenes microscópicos o exámenes metalográficos.

VENTAJAS DE LAS PRUEBAS DE CUPONES

Las pruebas de cupones son bajas en costos, simples de realizar y permiten la evaluación simultánea de numerosos efectos y las variaciones en un solo material. Las variaciones químicas y metalúrgicas de las aleaciones (ej. Efecto de tratamientos con calor, micro estructura, soldado, etc) pueden ser consideradas. Las pruebas con cupones son fácilmente adaptables para evaluar tipos específicos de corrosión, como la galvánica.

SUMARIO

Las pruebas con cupones siguen siendo una herramienta poderosa en el kit de herramientas para la corrosión. El uso inteligente y sistemático de esta herramienta provee datos que brindan información al ingeniero experimentado información para hacer predicciones confiables en las aplicaciones de campo.

PARA INDAGAR MÁS PROFUNDAMENTE

Aquí se presenta una larga lista de literatura relacionada a las pruebas de corrosión con cupones. Estas referencias les servirán como una introducción útil:

1. AILOR, W.H. Ed. Handbook on Corrosion Testing and Evaluation. J. Wiley, 1971.
2. ASTM G1-81.
3. ASTM G4-84.
4. ASTM G-30.
5. ASTM G31-72.
6. ASTM G46-76.
7. ASTM G-58.
8. ASTM G78-8