

Introducción al Monitoreo de Corrosión

QUE ES EL MONITOREO DE CORROSIÓN ?

La medición, control y prevención de la corrosión en campo abarca un amplio espectro de actividades técnicas. Dentro de la esfera del control de la corrosión y su prevención, existen diferentes opciones técnicas como lo son la protección anódica y catódica, la selección de materiales, la inyección química y la aplicación de recubrimientos externos e internos. La medición de la corrosión, por su parte, emplea otra variedad de técnicas destinadas a determinar que tan corrosivo es el ambiente del sistema y a que tasa o rapidez se experimenta la pérdida de metal. La medición de la corrosión es un método cuantitativo por medio del cual la efectividad de las técnicas de control y prevención de la corrosión pueden ser evaluadas y proveer la retroalimentación necesaria para optimizarlas.

Existe una amplia variedad de técnicas para la medición de la corrosión, incluyendo:

Pruebas No Destructivas

- Ultrasonido
- Radiografía
- Termografía
- Corriente Eddy / Flujo Magnético
- Cochinos inteligentes

Análisis Químico

- Medición de pH
- Gas Disuelto (O_2 , CO_2 , H_2S)
- Conteo de Iones Metálicos (Fe^{2+} , Fe^{3+})
- Análisis Microbiológico

Datos Operacionales

- pH
- Tasa de Flujo
- Presión
- Temperatura

Fluido Electroquímico

- Medición de Potencial
- Medición Potencio-estática.
- Medición Potencio-dinámica.
- Impedancia A.C.

Monitoreo de Corrosión

- Cupones de Pérdida de Peso
- Resistencia Eléctrica
- Polarización Lineal
- Penetración de Hidrógeno
- Corriente Galvanica

Algunas técnicas para la medición de la corrosión pueden ser utilizadas en línea, a través de un monitoreo constante del proceso, mientras que otras mediciones deben ser determinadas a través de un análisis de laboratorio. Algunas técnicas proveen una medición directa de la pérdida de metal o de la tasa de corrosión, mientras que otras son indirectas, pues son utilizadas para inferir el ambiente corrosivo que pueda existir.

El Monitoreo de Corrosión es la práctica de la medición del potencial corrosivo de las condiciones de un proceso, a través del uso de “probetas”, las cuales son insertadas en el proceso y expuestas continuamente a las condiciones ambientales del mismo.

Las probetas de monitoreo de corrosión pueden ser dispositivos mecánicos, eléctricos o electroquímicos.

Las técnicas de monitoreo de corrosión proveen de una medición directa y en línea de la pérdida de metal y/o tasa de corrosión en el sistema de un proceso industrial. Típicamente, un programa de medición de la corrosión, inspección y mantenimiento utilizada en cualquier industria, utilizaría una combinación de técnicas de medición en línea, directa e indirecta.

- Monitoreo de Corrosión: Directa y en línea.
- Pruebas No Destructivas: Directas.
- Análisis Químicos: Indirecta y desconectada.
- Datos Operacionales: Indirectas y en línea.

En un programa bien coordinado y controlado, los datos de cada fuente serán utilizados para llegar a una conclusión confiable sobre las tasas de corrosión del sistema del proceso y como pueden ser minimizadas de forma más efectiva.

LA NECESIDAD DEL MONITOREO DE CORROSIÓN

La tasa de corrosión determina que tan duradera puede ser la vida útil de una planta y su seguridad operacional. La medición de la corrosión y las acciones para remediar las tasas de corrosión elevadas permiten incrementar la efectividad costo-operativa de la planta para alcanzar la reducción de los costos asociados a la renovación de las instalaciones de un proceso.

Con las técnicas para el monitoreo de la corrosión se podría:

1. Proveer una alarma anticipada de los daños potenciales que ocurrirían en las estructuras de producción, de mantenerse las condiciones corrosivas existentes.
2. Estudiar la correlación de los cambios en los parámetros en el proceso y sus efectos en la corrosividad del sistema.
3. Diagnosticar un problema de corrosión particular, identificar sus causas y los parámetros de control de la corrosión, como la presión, temperatura, pH, caudal, etc.
4. Evaluar la efectividad de una técnica de prevención/control de la corrosión que se haya aplicado al sistema, tales como la inhibición química.
5. Proveer información relacionada con los requerimientos de mantenimiento y condiciones de la planta.

TÉCNICAS DE MONITOREO DE CORROSIÓN

Existe un gran número de técnicas para el monitoreo de la corrosión. La lista siguiente detalla las más comunes usadas en las aplicaciones industriales:

- Cupones de Corrosión (Medición de pérdida de peso)
- Resistencia Eléctrica (Probetas E/R)
- Resistencia de Polarización Lineal (Probetas LPR)
- Galvánica (ZRA)/ Potencial
- Penetración de Hidrógeno
- Microbiológica
- Erosión por arena

Existen otras técnicas, pero muchas requieren la operación de expertos y otras no son adaptables a aplicaciones industriales.

De las técnicas mencionadas, la de los cupones de corrosión, el método E/R y el método LPR constituyen los más importantes en el monitoreo de la corrosión industrial. Las otras cuatro técnicas son utilizadas en aplicaciones especiales que son comentadas luego.

Estas técnicas de monitoreo de corrosión han sido exitosamente aplicadas, y han sido usadas ampliamente debido a que:

- Las técnicas son fácilmente comprendidas e implementadas.
- La efectividad de los equipos ha sido corroborada en el campo por muchos años de aplicaciones operacionales.
- Los resultados son fáciles de interpretar.
- La medición de los equipos puede ser hecha de forma segura en áreas peligrosas.
- Los usuarios han experimentado significativos beneficios económicos, reduciendo las paradas de planta y extendiendo su vida útil.

CUPONES DE CORROSIÓN DE PÉRDIDA DE PESO

La técnica de pérdida de peso es la más simple y la más conocida de todos los métodos de monitoreo de corrosión. Esta técnica se basa en la exposición por un tiempo determinado de una muestra (cupón) del mismo material de la estructura supervisada, en el mismo ambiente corrosivo al que la estructura está expuesta.



La medición obtenida de los cupones al analizarse es la pérdida de peso que ocurre en la muestra durante el período de tiempo al que ha sido expuesto, expresada como tasa de corrosión.

La simplicidad de esta medición es tal, que la técnica de monitoreo con cupones es el método básico utilizado en muchos programas de inspección de la corrosión. Esta técnica es extremadamente versátil, debido a que los cupones de pérdida de peso pueden ser fabricados en cualquier aleación comercial disponible. Además, utilizando el diseño geométrico apropiado, una amplia variedad de fenómenos corrosivos pueden ser estudiados:

- Estrés causado por la corrosión
- Ataque galvánico / bimetálico
- Diferencias en la exposición al aire
- Zonas afectadas por el calor

Las ventajas de los cupones de pérdida de espesor son:

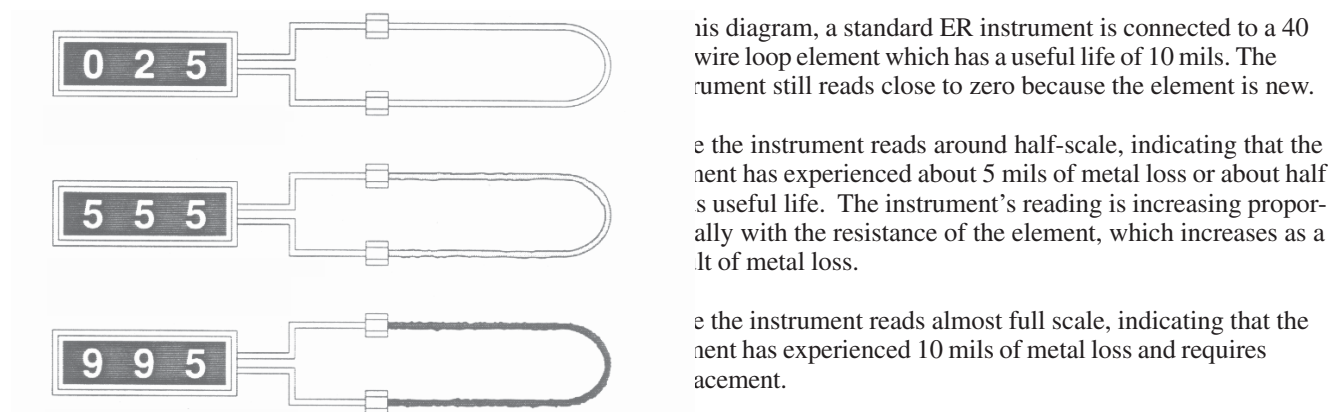
- La técnica es aplicable a todos los ambientes (gases, líquidos y flujos con partículas sólidas)
- Puede realizarse inspección visual.
- Los depósitos de incrustación pueden ser observados y analizados.
- La pérdida de peso puede ser fácilmente determinada y la tasa de corrosión puede ser fácilmente calculada.
- La corrosión localizada puede ser identificada y medida.
- La eficiencia de los inhibidores pueden ser fácilmente determinada.

En un típico programa de monitoreo, los cupones son expuestos entre unos 45 a 90 días antes de ser removidos para análisis de laboratorio. La frecuencia de extracción de los cupones para la toma de datos sería de un mínimo de 4 veces por año. Las pérdidas de peso resultantes de cualquier cupón expuesto por un período de tiempo, será el valor promedio de la corrosión que ha ocurrido en ese intervalo temporal. La desventaja de la técnica de cupones es que, si la tasa de corrosión varía durante el período de exposición, es decir, si se incrementa o disminuye por alguna causa, dicho evento pico no sería evidenciado en el cupón, sin poderse determinar su duración y su magnitud.

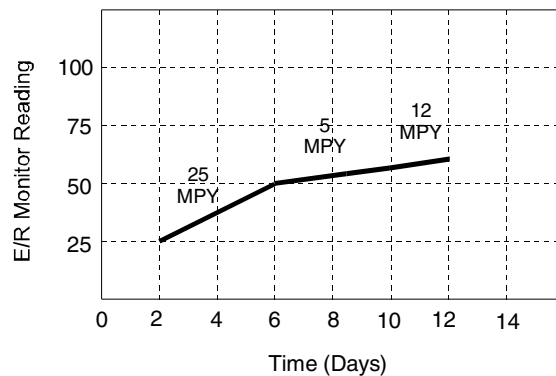
Es por ello que el monitoreo con cupones es mas útil en ambientes donde la tasa de corrosión no presenta cambios significativos en largos períodos de tiempo. Sin embargo, los cupones pueden proveer una útil correlación cuando se utilizan con otras técnicas como las mediciones ER y LPR.

MONITOREO POR RESISTENCIA ELÉCTRICA (ER)

Las probetas de resistencia eléctrica (ER) pueden ser consideradas como cupones de corrosión “electrónicos”. Al igual que los cupones, las probetas E/R proveen una medición de la pérdida de metal de un elemento expuesto a un ambiente corrosivo, pero a diferencia de los cupones, la magnitud de la pérdida de metal puede ser medido en cualquier momento, a la frecuencia que sea requerida, mientras la probeta se encuentre in-situ y permanentemente expuesto a las condiciones del proceso.



La técnica E/R mide el cambio en la resistencia eléctrica (Ohms) de un elemento metálico corroído expuesto al medio ambiente del proceso. La acción de la corrosión en la superficie del elemento produce un decrecimiento en el área de la sección transversal de dicho sensor, lo cual representa un incremento en la resistencia eléctrica. El aumento en esta resistencia puede ser relacionada directamente con la pérdida de metal, y la pérdida de metales función del tiempo es la definición de la tasa de corrosión. Aunque es una técnica que promedia la corrosión en el tiempo, los intervalos entre cada medición pueden ser mucho más cortos que los de los cupones de pérdida de peso. La gráfica a continuación presenta la típica respuesta en el tiempo de las probetas E/R.



Las probetas E/R tienen todas las ventajas del cupón, pero adicionalmente:

- Son aplicables en todos los ambientes de trabajo, líquidos, gaseosos, sólidos, flujos con partículas sólidas.
- La tasa de corrosión puede ser obtenida de forma directa.
- La probeta se puede mantener instalada y conectada en línea hasta que su vida operacional haya sido agotada.
- Responde de forma rápida a los cambios en las condiciones corrosivas, y puede ser utilizado como disparador de alarmas.

Las probetas E/R se encuentran disponibles en una gran variedad geométrica, metalúrgica y sensitiva de elementos, y puede ser configurado para el montaje tipo rasante para poder ejecutar operaciones en línea con “cochinos”, sin tener que remover las probetas. El rango de sensibilidad permite que el operador seleccione la mejor respuesta dinámica, que sea consistente con los requerimientos del proceso.

MONITOREO POR RESISTENCIA DE POLARIZACIÓN LINEAL (LPR)

La técnica LPR está basada en una teoría electroquímica compleja. Para su aplicación en mediciones industriales, ha sido simplificada a un concepto básico. En términos fundamentales, un pequeño voltaje (o potencial de polarización) es aplicado a un electrodo en solución. La corriente necesitada para mantener una tensión (típicamente 10mV) es directamente proporcional a la corrosión en la superficie del electrodo sumergido en la solución. Por medio de la medición de la corriente, la tasa de corrosión puede ser deducida.



La ventaja de la técnica LPR es que la medición de la tasa de corrosión es hecha instantáneamente. Esta es una herramienta más poderosa que las probetas E/R o los cupones cuando la medición fundamental no es la pérdida de metal si no la tasa de corrosión, y cuando no se desea esperar por un período de exposición para determinarla. La desventaja de la técnica LPR es que esta sólo puede ser ejecutada exitosamente en medios acuosos electrolíticos. Las probetas LPR no funcionan en gases o emulsiones de agua/crudo, en donde los electrodos puedan asentarse depósitos o impurezas que les impidan actuar debidamente.

MONITOREO GALVÁNICO

La técnica de monitoreo galvánico, también conocida como la técnica de “Amperímetro de Resistencia Cero” o ZRA es otra técnica electroquímica de medición. Con las probetas ZRA, dos electrodos de diferentes aleaciones o metales son expuestos al fluido del proceso. Cuando son inmersas en la solución, un voltaje natural o diferencial de potencial se presentará entre los electrodos. La corriente generada por este diferencial de potencial refleja la tasa de corrosión que está ocurriendo en el electrodo más activo del par.

El monitoreo galvánico es aplicable a los siguientes casos:

- Corrosión bimetálica
- Agrietaduras y picaduras.
- Corrosión asistida por resquebrajamientos
- Corrosión por especies altamente oxigenadas.
- Daños de soldadura.

La medición de la corriente galvánica ha conseguido una amplia gama de aplicaciones en sistemas de inyección de agua, donde las concentraciones de oxígeno disuelto son de consideración. La presencia de oxígeno dentro de dichos sistemas incrementa en gran medida la corriente galvánica y por lo tanto, la tasa de corrosión de los componentes de acero del proceso. Los sistemas de monitoreo galvánico son usados para proveer una indicación del oxígeno que puede estar invadiendo las inyecciones de agua.

MONITOREO ESPECIALIZADO

Monitoreo Biológico:

A través de esta técnica, se puede identificar la presencia de Bacterias Sulfato Reductoras (SRB's). Esta tipo de bacteria anaeróbica consume el sulfato presente en los procesos y genera ácido sulfúrico, un agente corrosivo que ataca los materiales de las plantas de producción.



Monitoreo de Erosión por Arena:

Estos dispositivos son diseñados para medir la erosión causada en el flujo de un sistema. Son ampliamente aplicados en sistemas de producción donde la presencia de arena u otros elementos erosivos existan.

Monitoreo de la Penetración de Hidrógeno:

En procesos de ambiente ácido, el hidrógeno es un producto de la reacción corrosiva. El hidrógeno generado en dichas reacciones puede ser absorbido por el acero de forma particular cuando existen trazas de sulfuro o cianuro. La penetración de hidrógeno puede inducir la falla de muchas maneras en la estructura afectada. El concepto de las probetas de hidrógeno es la de detectar la magnitud de la permeabilidad ante el hidrógeno a través del acero por medio de mediciones mecánicas o electroquímicas, y utilizar esta información como un indicativo de la tasa de corrosión existente.

INSTRUMENTACIÓN

Existe una gran variedad de instrumentos y opciones asociadas con las diferentes técnicas de monitoreo de corrosión. Sin embargo, se clasifican en tres tipos:

- Medidores Portátiles y Adquisidores de Datos.
- Adquisidores de Datos de Montaje Permanente en Campo.
- Transmisores de Montaje Permanente en Campo.

En algunas aplicaciones, como las referentes a producciones de petróleo y gas, así como en las refinerías, es requerido que la instrumentación sea certificada para “áreas peligrosas”. Para los instrumentos portátiles es más frecuente alcanzar la certificación de “intrínsecamente seguros”, reconocidos como tales por autoridades como la BASEEFA (U.K.), U.L. (U.S.A.), ITS (U.S.A.) o CENELEC (Europa). Para equipos de montaje permanente y monitoreo electrónico continuo, las barreras de seguridad deben ser utilizadas para asegurar que, en caso de condiciones de falla, no exista la suficiente energía como para producir alguna chispa que pueda generar una explosión en un área de riesgo.

TIPOS DE ACCESOS PARA PROBETAS

Existen dos tipos de sistemas de acceso fundamentales para las probetas y portacupones: Las removibles y las no removibles sin despresurización.

Las probetas de longitud fija o variable, son enroscadas o bridadas a las instalaciones de la planta. Si la probeta es del tipo Pipe Plug, rosca NPT, para removerlas debe suspenderse el proceso en la línea o planta, o en su defecto, aislarla y despresurizar la locación de la probeta.

Cada cierto tiempo, los cupones de corrosión y las probetas requieren ser removidos y reemplazados. A veces es más conveniente disponer de una probeta que pueda ser removida e insertada sin hacer una parada operacional, es decir, sin despresurizar. Para facilitar esta maniobra, existen dos sistemas que permiten remover e instalar probetas y portacupones bajo presión

En plantas donde la presión es normalmente inferior a los 1.500 psi, un Sistema Retractable puede ser utilizado. Este sistema consiste en un arreglo de packing gland y válvula. En el caso de que las presiones superen los 1500 psi, se debe utilizar los Sistemas de Acceso de Alta Presión, que constan de un cuello o niple especial, con un tapón adecuado para ajustar el elemento a insertar. Este sistema permite instalar y retirar de forma segura dispositivos de monitoreo de corrosión de líneas que trabajan a presiones de 3.600 psi hasta 6.000 psi, haciendo uso de una herramienta especial de remoción / inserción y una válvula de servicio.

APLICACIONES DE LAS TÉCNICAS DE MONITOREO DE CORROSIÓN

El monitoreo de corrosión es típicamente implementado en las siguientes situaciones:

- Donde existe procesos con unos muy riesgosos niveles de presión, temperatura, toxicidad, inflamabilidad y peligros de explosión.
- Donde los procesos sean altamente corrosivos.
- Donde los cambios en las condiciones operacionales pueden causar cambios significativos en las tasas de corrosión.
- Donde se desee auditar la efectividad de un inhibidor de corrosión.
- En procesos con bacheos, donde la corrosión se presenta debido a ciclos repetitivos.
- En proceso con cambios en la alimentación.
- Para evaluación de la corrosión de diferentes aleaciones.
- En estructuras donde se utilice protección catódica o anódica.
- Donde es de gran importancia supervisar los productos derivados del fenómeno corrosivo.

El monitoreo de corrosión puede ser implementado en cualquier industria donde la prevención de la corrosión es prioritaria. Algunos ejemplos de las industrias y áreas donde es de interés la implementación de estas tecnologías son:

Producción de Gas y Petróleo

- Líneas de Flujo
- Tuberías de Transporte
- Instalaciones de Inyección de Agua
- Tanques
- Instalaciones de Procesamiento
- Sistemas de Agua.
- Sistemas de Inyección de Química
- Taladros y pozos
- Sistemas de Agua de Limpieza
- Desalinadores

Servicios

- Sistemas de Enfriamiento
- Sistemas Efluentes
- Sistemas de Agua
- Calderas de Agua

Refinería

- Pasos de crudo
- Torres de vacío
- Fuentes de agua
- Sistemas de Amina
- Sistemas de Enfriamiento
- Calderas

Industria Papelera y de Fruta

- Digestores
- Calderas
- Sistemas de Enfriamiento

Industria Petroquímica y Química

- Sistemas de Proceso
- Sistemas de Enfriamiento

En cualquier Sistema de Monitoreo de Corrosión, es una práctica común encontrar dos o más técnicas combinadas para proveer una amplia base para la obtención de datos confiables. Las técnicas ideales que pueden ser utilizadas en cada caso dependen del fluido del proceso, la aleación del sistema y los parámetros de operación.

El Monitoreo de Corrosión ofrece una respuesta a la interrogante de si hoy existe una mayor corrosión en el sistema que ayer. Utilizando esta información, es posible determinar la causa de la corrosión y sus efectos. El monitoreo de corrosión se mantiene como una arma indispensable en la lucha contra la corrosión, y así, garantizar un beneficio económico al usuario.

Metal Samples Corrosion Monitoring Systems

A Division of Alabama Specialty Products, Inc.

152 Metal Samples Rd., Munford, AL 36268 Phone: (256) 358-4202 Fax: (256) 358-4515

E-mail: msc@alspi.com Internet: www.metalsamples.com

Houston Office: 8811 Kensington Court, LaPorte, TX 77571 Phone: (281) 471-2777 Fax: (281) 471-3405