

Boletín 96

TODO SOBRE CORROSION

Boletín técnico N°96
PARTE 2
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

TODO SOBRE CORROSION.

PARTE 2

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. General.

Sin ánimo de agotar el tema, lo cubriremos en profundidad debido a que es uno de los parámetros más importantes en materia de fabricación de cerramientos en todas sus formas para equipo eléctrico, de instrumentación, etc.

Para la mejor comprensión de los efectos y causas de la corrosión es importante haber consultado primero el boletín técnico N° 95 donde iniciamos los conceptos básicos y algunos tipos de corrosión para luego continuar con esta segunda parte.

La reacción se pararía aquí si no fuera por el hecho de que algunas de las burbujas de hidrógeno se escapan mientras que el resto se combina con el oxígeno en el agua para formar más agua, y por tanto favoreciendo que se disuelva más hierro. Este ciclo de corrosión puede ser acelerado cuando son añadidas al agua ciertas substancias entre las que se encuentra la sal.

Paralelamente no se debe olvidar que reacciones igualmente corrosivas tienen lugar si el agua está ligeramente acidificada, como resulta de la contaminación de una fábrica.

En este caso, bajo la acción del agua el metal desnudo se convierte en un ánodo cargado positivamente y el metal a su alrededor en un cátodo cargado negativamente; como una simple celda de la batería, una carga eléctrica circula entre los dos causando que el ánodo en este caso el cerramiento se corra.

Sin menoscabar la importancia que tiene con relación a otros aspectos, la principal motivación para el estudio de la corrosión es, sin duda, de índole económica.

Corrosión por agrietamiento.

Se entiende por grietas a aquellos sitios confinados como los existentes entre dos piezas metálicas en contacto, entre una empaquetadura y la pieza metálica, entre el hilo de un tornillo y su tuerca, bajo una golilla, etc.

La grieta, cuando está sumergida en una disolución, contiene una porción de esta disolución atrapada, que permanece bastante aparte del resto.

Este aislamiento origina una diferencia de aireación que se traduce en una diferencia de concentración de oxígeno entre ambas porciones de disolución. De esta forma se origina una "pila de concentración" que produce una corrosión galvánica. La corrosión se produce dentro de la grieta, donde está la disolución atrapada, pobre en oxígeno. La presencia de cloruro contribuye a la corrosión en grieta

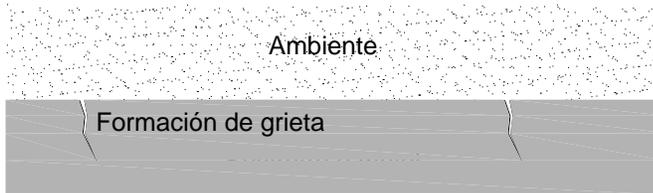
Las grietas o hendiduras generalmente se encuentran en los empaques, traslapes, tornillos, remaches, etc., y también pueden formarse por depósitos de suciedad, productos de la corrosión y raspaduras en las películas de recubrimiento.

La corrosión por agrietamiento, generalmente se atribuye a los siguientes factores:

- Cambios de acidez en la grieta o hendidura.
- Escasez de oxígeno en la grieta.
- Desarrollo de iones diferentes en la hendidura.
- Agotamiento de Inhibidor en la grieta.

Las condiciones ambientales en una grieta, pueden con el tiempo volverse muy diferentes de las existentes en una superficie limpia y abierta, por lo

que un medio ambiente muy agresivo puede desarrollar y causar corrosión en las grietas tal como se aprecia en la figura 11.



Corrosión localizada macroscópica
Corrosión por agrietamiento
Figura 11

Al igual que todas las formas de corrosión localizada, la corrosión por agrietamiento no ocurre en todas las combinaciones metal agente corrosivo, y algunos materiales son más susceptibles para producirla que otros, como por ejemplo aquéllos que dependen de las películas protectoras de óxido formadas por el aire para adquirir su resistencia a la corrosión, tal y como sucede con el acero inoxidable y el titanio.

Corrosión en forma de picaduras.

La corrosión por picadura (pitting) es una corrosión localizada, similar a una carie dental, que se produce en una superficie puntual tomando la forma desde una pequeña depresión hasta profundas cavidades, que en un caso extremo puede llegar a perforar el material.

El causante es normalmente el ión cloruro, presente en muchas aguas naturales y fluidos industriales. El fenómeno de pitting se inicia por una destrucción localizada de la capa de óxido (de cromo o de molibdeno) que pasiva al acero, por parte del ión cloruro. El metal así expuesto se corroe. Además, entre el metal expuesto y el metal pasivado se genera una "pila galvánica" que contribuye a acelerar la corrosión del metal expuesto.

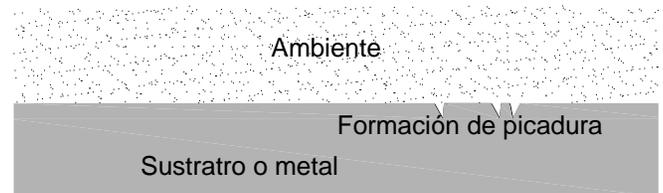
Como consecuencia de esta corrosión, se produce una concentración local, dentro de la picadura que se está formando, de cloruro y ácido, impidiendo el

acceso del oxígeno al interior del poro, lo que contribuye a acelerar más la velocidad de corrosión dentro del poro.

Se producen hoyos o agujeros por agentes químicos, se puede encontrar en la superficie del metal y se presenta como túneles pequeños y a escala microscópica.

La corrosión por picadura se presenta por la formación de orificios en una superficie relativamente no atacada y las picaduras pueden tener varias formas tal como se aprecia en la figura 12.

Es un ataque al material en ciertos puntos por el medio corrosivo, de forma que se producen agujeros que casi siempre son más hondos que su diámetro. Fuera de los lugares donde hay picaduras no se produce prácticamente ninguna pérdida de material, las picaduras están producidas generalmente por iones de haluro.



Corrosión localizada macroscópica
Corrosión por picadura
Figura 12

La forma de una picadura es a menudo responsable de su propio avance, por las mismas razones mencionadas en la corrosión por agrietamiento, es decir, una picadura puede ser considerada como una grieta o hendidura formada por sí misma.

Para reducir la corrosión por picadura se necesita una superficie limpia y homogénea, por ejemplo, un metal homogéneo y puro con una superficie muy pulida deberá ser generalmente, mucho más

resistente que una superficie que tenga incrustaciones, defectos o rugosidad.

La corrosión por picadura es un proceso lento que puede llevarse meses y años antes de ser visible, pero que naturalmente, causará fallas inesperadas.

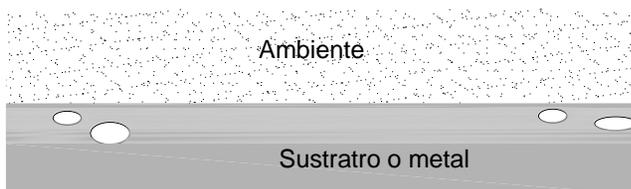
El pequeño tamaño de la picadura y las minúsculas cantidades de metal que se disuelven al formarla, hacen que la detección de ésta sea muy difícil en las etapas iniciales.

La limpieza de la superficie y la selección de materiales conocidos, resistentes a la formación de picaduras en un medio ambiente determinado, es generalmente el camino más seguro para evitar este tipo de corrosión.

Corrosión por exfoliación.

La corrosión por exfoliación es una corrosión subsuperficial que comienza sobre una superficie limpia, pero se esparce debajo de ella y difiere de la corrosión por picadura en que el ataque tiene una apariencia laminar.

En ella capas completas de material son corroídas tal como se aprecia en la figura 13 y el ataque es generalmente reconocido por el aspecto escamoso y en ocasiones ampollado de la superficie.



Corrosión localizada macroscópica
Corrosión por exfoliación
Figura 13

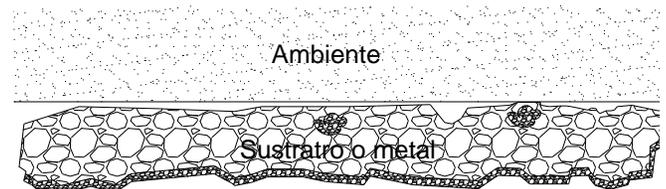
Al final del ataque, una muestra tiene la apariencia de un mazo de barajas en el cual algunas de las cartas han sido extraídas. Este mecanismo es bien conocido en las aleaciones de aluminio y se

combate utilizando aleaciones y tratamientos térmicos.

Corrosión por ataque selectivo.

La corrosión por disolución selectiva se produce al efectuarse la remoción de uno de los elementos de una aleación siendo el ejemplo más común la eliminación del zinc en aleaciones de cobre-zinc, conocido con el nombre de dezincificación.

Este fenómeno corrosivo produce un metal poroso una presentación de este tipo de ataque se puede apreciar en la figura 14, tiene propiedades mecánicas muy pobres y obviamente el remedio a este caso es el empleo de aleaciones que no sean susceptibles a este proceso.



Corrosión localizada macroscópica
Corrosión por ataque selectivo
Figura 14

Corrosión localizada microscópica.

Corrosión intergranular.

Se produce en los límites del metal, ocasiona pérdidas de resistencia del material. Común en aceros inoxidable

Para entender este tipo de ataque es necesario considerar que cuando un metal fundido se cuela en un molde, su solidificación comenzó con la formación de núcleos al azar, cada uno de los cuales crece en un arreglo atómico regular para formar lo que se conoce con el nombre de granos o cristales.

El arreglo atómico y los espaciamentos entre las capas de los granos, son los mismos en todos los cristales de un metal dado; sin embargo, debido a

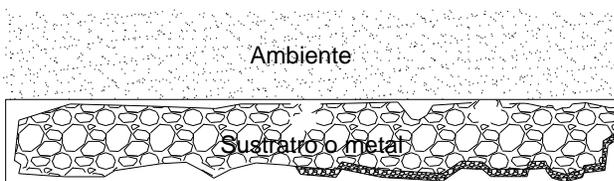
la nucleación al azar, los planos de los átomos en las cercanías de los granos no encajan perfectamente bien y el espacio entre ellos recibe el nombre de límite de grano.

Si se dibuja una línea de 2.5 cm de longitud sobre la superficie de una aleación, esta deberá cruzar aproximadamente 1000 límites de grano.

Los límites de grano son a veces atacados con preferencia por un agente corrosivo y el ataque se relaciona con la segregación de elementos específicos o por la formación de un compuesto en el límite.

La corrosión generalmente ocurre, porque el agente corrosivo ataca siempre el límite de grano o una zona adyacente a él, que ha perdido un elemento necesario para tener una resistencia a la corrosión adecuada.

En un caso severo de corrosión intergranular, granos enteros se desprenden debido a la deterioración completa de sus límites tal como se aprecia en la figura 15 en cuyo caso, la superficie aparecerá rugosa al ojo desnudo y se sentirá rasposa debido a la pérdida de los granos.



Corrosión localizada macroscópica
Corrosión intergranular
Figura 15

El fenómeno de límite de grano que causa la corrosión intergranular, es sensible al calor por lo que la corrosión de este tipo, es un subproducto de un tratamiento térmico como la soldadura o el relevado de esfuerzos y puede ser corregido por

otro tipo de tratamiento térmico o por el uso de una aleación modificada.

Corrosión por tensión

La corrosión bajo tensión a veces llamada "cracking" o designada por la sigla SCC (stress corrosion cracking), es un tipo de corrosión localizada que experimentan algunos aceros inoxidables (muy propia de la serie 300) cuando están sometidos a tensión.

Esta corrosión ocurre cuando el metal es sometido a la acción de tensiones, aparece como fisuras.

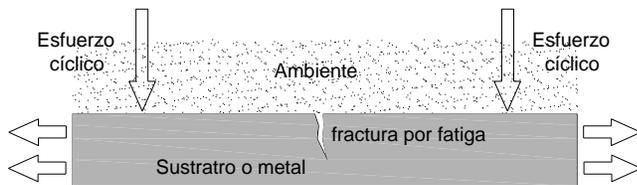
El cracking consiste en la aparición de múltiples fisuras microscópicas profundas, que debilitan la pieza, conduciendo a una ruptura del material a una tensión muy por debajo de la "tensión de ruptura" propia del acero. Para que se produzca este tipo de corrosión se requiere el concurso de varios factores:

- Un acero susceptible a este tipo de corrosión
- La presencia de tensión (aplicada o residual) en la pieza.
- Altas temperaturas
- Un agente agresivo como cloruro, sulfuro etc.

Corrosión por acción simultánea de un medio corrosivo y tensiones mecánicas a tracción, que también pueden producir una tensión propia en la pieza. Las grietas se forman intergranular o transcristalinas, a menudo sin que aparezcan productos visibles de la corrosión. La acción conjunta de un esfuerzo de tensión y un medio ambiente corrosivo, dará como resultado en algunos casos, la fractura de una aleación metálica.

Los esfuerzos que causan las fracturas provienen de trabajos en frío, soldadura, tratamiento térmicos,

o bien, pueden ser aplicados en forma externa durante la operación del equipo. Las fracturas pueden seguir caminos Ínter cristalinos o transcristalinos. En la figura 16 se presenta un esquema de este tipo de corrosión que con frecuencia tienen la tendencia a la ramificación.



Corrosión localizada macroscópica
Corrosión por fatiga
Figura N° 16

Algunas de las características de la corrosión por tensión, son las siguientes:

- Para que esta corrosión exista, se requiere un esfuerzo de tensión.
- Las fracturas se presentan quebradizas en forma macroscópica, mientras que las fallas mecánicas de la misma aleación, en ausencia de un agente corrosivo específico.
- Algunos medios ambientes específicos, generalmente causan fractura en una aleación dada.
- La corrosión por esfuerzo puede ocurrir en medios ambientes considerados no agresivos para una aleación dada, por ejemplo la velocidad de corrosión uniforme es baja hasta que se presenta una fractura.
- Largos periodos de tiempo pueden pasar antes de verse las fracturas, pero al presentarse, se propagan rápidamente con el resultado de una falla inesperada.

- Para combatir la corrosión de fracturas por tensión, es necesario realizar el relevado de esfuerzo o seleccionar un material más resistente.

Corrosión por fatiga.

Genera la pérdida de la capacidad del metal para resistir los esfuerzos, rompe la película de óxido produciendo una mayor exposición.

La corrosión por fatiga, se incrementa naturalmente con la presencia de un medio agresivo, de tal forma que el esfuerzo necesario para producir la corrosión por fatiga, se reduce en algunas ocasiones hasta la mitad del necesario, para producir la falla en aire seco, una descripción de este tipo de corrosión se observa en la figura 17 a continuación.



Corrosión localizada macroscópica
Corrosión por erosión
Figura 17

Los métodos para evitar la corrosión por fatiga, necesitan prevenir la fractura producida por ésta desde el principio, ya que es muy difícil detener la propagación de las fracturas, una vez que se inician.

De lo indicado anteriormente, se ve la necesidad de reconocer en primer lugar, las diferentes formas en las que se presenta la corrosión para así tomar medidas pertinentes que permitan establecer los métodos correctivos para atenuarla, los cuales son mejor comprendidos si se conoce la teoría de la corrosión.

Corrosión atmosférica. Producida por una acción agresiva por el ambiente sobre los metales (efecto simultáneo del aire y el agua).

Formación de herrumbre.

Formación de productos de la corrosión a base de hidróxidos y óxidos de hierro, sobre el hierro y el acero.

Pérdidas económicas originadas por la corrosión.

Si bien los costos y pérdidas causados por este fenómeno son el principal motivo que impulsa las actividades en este campo, la disminución de la vida útil de los materiales por acción de contaminantes en el ambiente y a su vez, la contaminación de productos y del medio circundante debido a la corrosión de los materiales en contacto con ellos, son también problemas alarmantes que no pueden ser dejados de lado.

La corrosión es un fenómeno que puede afectar prácticamente a cualquier material y cuando ésta no es prevenida o controlada puede reducir significativamente la vida útil o la eficiencia de componentes, equipos, estructuras e instalaciones.

Las pérdidas económicas derivados de la corrosión pueden clasificarse en directas e indirectas. Las pérdidas directas se relacionan con los costos necesarios para la reposición de estructuras, equipos, maquinaria o componentes que pueden quedar inservibles por efecto de la corrosión.

Las indirectas, generan pérdidas por interrupciones, pérdidas de productos, pérdidas por contaminación de productos, pérdidas de rendimiento, pérdidas por accidentes.

Dentro de los económicos tenemos:

- a. Reposición del equipo corroído.
- b. Mantenimiento preventivo como la aplicación de recubrimientos.

- c. Paros de producción.
- d. Contaminación de productos.
- e. Pérdida de productos valiosos.
- f. Daño de equipo adyacente a aquel en el cual se tuvo la falla de corrosión.

Dentro de los humanos tenemos:

- a. La seguridad, ya que fallas violentas pueden producir incendios, explosiones y liberación de productos tóxicos.
- b. Condiciones insalubres como contaminaciones debido a productos del equipo.
- c. Agotamiento de los recursos naturales, tanto en metales como en combustibles usados para su manufacturera.
- d. Apariencia, ya que los materiales corroídos generalmente son desagradables a la vista.

La manera más simple de proteger el hierro contra la corrosión es formar una barrera entre el metal y la atmósfera. La barrera puede ser una capa de pintura, de aceite, de una grasa o de un plástico.

Pero a veces se utiliza otra técnica: el hierro se recubre de una fina capa de otro metal, como por ejemplo el zinc. Este metal debe tener la propiedad de ser más activo químicamente que el hierro.