

3. Corrosión – Mecanismos, Prevención y Ensayos

GalvInfoNote

Ensayo de Niebla Salina

3.4

Rev. 0 Jan-07

Introducción

Este artículo trata sobre el comportamiento de resistencia a la corrosión acelerada de productos de planchas de acero recubiertas. El tema se centra, especialmente, en el ensayo de **niebla salina** o **pulverizado salino**. Ambos términos, pulverizado y niebla, son usados para describir el mismo procedimiento del ensayo, y se usan intercambiamente al describir y tratar este ensayo.

Ensayos de Corrosión Acelerada

El propósito de un ensayo de corrosión acelerada es duplicar en el laboratorio el comportamiento frente a la corrosión en campo de un producto. Esto provee a los científicos e ingenieros medios de desarrollo de nuevos productos. Por muchos años el ensayo de niebla salina ha sido usado con este fin por los investigadores en la evaluación de nuevos recubrimientos metálicos, nuevos recubrimientos de pinturas, y como ensayo de varios tratamientos químicos y tratamientos de pre pintado para usar con los productos de planchas de acero recubiertas.

Para que un ensayo de corrosión acelerada sea útil, un requerimiento principal es que los resultados se relacionen con el comportamiento o desempeño en condiciones de servicio. En el caso del ensayo de niebla salina, nadie ha sido capaz de demostrar la relación con ningún tipo de exposición al ambiente. Esto lleva a muchos investigadores a concluir que el ensayo de niebla salina no tiene relevancia y debería ser descontinuado. Sin embargo, el ensayo sigue siendo usado extensamente en la literatura de los productos, especificaciones de clientes, hojas de datos del producto, y bibliografía técnica. Los resultados típicamente citados en los libros dan el tiempo de vida de un determinado tipo de recubrimiento, los beneficios de nuevos sistemas de pintura, los requerimientos de un ensayo de niebla salina para lograr la aceptación del usuario final, etc., de esta manera parece virtualmente imposible dejar de usar el ensayo en este momento. De hecho, existen muchas especificaciones usadas actualmente que requieren que un producto presente un **número específico de “horas de falla” en el ensayo de niebla salina**, de tal manera que cualquier cambio o la eliminación de la ensayo es improbable. Obviamente, cualquier intento de eliminarla, necesitaría que otros ensayos de corrosión acelerada sean aceptados por arquitectos, redactores de especificaciones, etc. La presentación de corrosión en diferentes productos ha sido comparada usando este ensayo por mucho tiempo, que sería difícil para los investigadores de hoy, no tener en cuenta los resultados del ensayo de niebla salina, al presentar información sobre un producto a un potencial usuario. Así es como el ensayo y sus datos son comúnmente aceptados por el cliente final. Además, el ensayo de niebla salina es una buena prueba de selección, ya que los resultados pueden ser generados de manera oportuna y los “contendientes débiles” pueden ser eliminados en las primeras etapas de un proceso de evaluación.

Procedimiento del Ensayo de Niebla Salina

Básicamente, el procedimiento involucra el pulverizado de una solución salina sobre las muestras a ensayar. Esto se hace en una cámara con temperatura controlada. El medio es una solución salina al 5% (cloruro de sodio – NaCl). Las muestras a ensayar son introducidas a la cámara, luego la solución salina es pulverizada como una niebla muy delgada sobre las muestras. La temperatura en la cámara se mantiene en un nivel constante. Como el pulverizado es continuo, las muestras están húmedas constantemente, y por eso están sujetas a la corrosión constantemente. A través de los años, se han agregados nuevos cambios para estimular mejor las condiciones ambientales especiales, pero el proceso más común en Norte América es el ensayo descrito en la norma ASTM B 117, Normas Prácticas para la Operación de Aparatos de Niebla Salina.

En resumen, el proceso es:

- La cámara de niebla salina contiene bastidores de madera (3 pies de alto, 3 pies de profundidad, 5 pies de ancho)
- Colocar las muestras en los bastidores de madera con un pequeño ángulo de inclinación.
- El agua con 5% NaCl es bombeada de un tanque a las toberas (boquillas) de pulverizado.
- La solución humedecida es mezclada con aire comprimido en las boquillas.
- El aire comprimido en las boquillas atomiza la solución NaCl en niebla.
- Los calentadores mantienen la temperatura de la cabina a 35 °C (95°F).
- La duración de la ensayo puede ser desde 24 horas hasta 1000 horas o más para algunos materiales.

En la cámara, las muestras son rotadas con cierta frecuencia para que sean expuestas uniformemente a la niebla de niebla salina.

Cuando el ensayo de niebla salina es usado para planchas de acero con recubrimiento metálico, el comportamiento de la corrosión es evaluada de las siguientes formas:

- Número de horas hasta que la corrosión del acero se hace evidente.
- Número de horas hasta que 5% de la superficie está corroída.
- Número de horas hasta que 10% de la superficie está oxidada, etc.

La aparición del óxido color rojo en una muestra de plancha galvanizada, por ejemplo, significa que el recubrimiento ha sido consumido por la reacción de corrosión, y que se está iniciando la corrosión del metal base. No existe un mejor criterio de desempeño. Simplemente depende de lo que el usuario define como falla. La siguiente tabla es una guía que puede ser usada para evaluar el comportamiento esperado de tres recubrimientos de zinc por inmersión en caliente.

Guía de Resistencia a la Niebla Salina de Recubrimientos de Zinc por Inmersión en Caliente

Producto	Tiempo Aproximado para el 5% de Óxido Rojo (por micrómetro [μm] de espesor de recubrimiento)
Galvanizado (recubierto con zinc)	10 horas ^A
<i>Galfan</i> [®] (recubierto con aleación zinc-5% aluminio)	25 horas ^B
<i>Galvalume</i> [®] (recubierto de aleación 55% aluminio-zinc)	50 horas ^C

[®]*Galfan* es una marca del *Galfan Technology Center, Inc.*

[®]*Galvalume* es una marca registrada de *BIEC International, Inc.*

^AGalvanizado Z275 – espesor típico del recubrimiento/lado es 20.5 μm , entonces el tiempo aproximado para el 5% de óxido rojo es 205 horas en cámara de niebla salina.

^B*Galfan* ZGF275 – espesor típico del recubrimiento/lado es 21.5 μm , entonces el tiempo aproximado para el 5% de óxido rojo es 504 horas en cámara de niebla salina.

^C*Galvalume* AZ50 – espesor típico del recubrimiento/lado es 21.5 μm , entonces el tiempo aproximado para el 5% de óxido rojo es 1075 horas en niebla salina.

Cuando el ensayo de niebla salina se usa para evaluar el comportamiento de los pretratamientos de pintura, imprimantes y/ o pinturas de acabado, los esquemas normales de evaluación involucran:

- Medición del ancho debajo de la pintura a lo largo de una línea o de un borde cortado después de 250, 500, 750 etc. horas de exposición en la cámara de ensayo,
- Medición de la cantidad de ampollas de pintura que ha aparecido en la superficie de la probeta de acero pintado después de 250, 500, 750 etc. horas.

Hay otras maneras de definir las fallas, pero las descritas son las más comunes.

Como el ensayo de niebla salina no involucra ningún tipo de exposición a luz ultravioleta, no se mide la degradación de la pintura.

Se ha desarrollado una norma ASTM para modificar el ensayo de niebla salina. Esta es la G 85 Norma Práctica Para el Ensayo del Niebla Salina Modificado, y tiene muchas modificaciones que incluyen la participación de cíclicos ácidos y adiciones de SO₂. Esta norma no es tan usada como la B 117. Algunos productores han descubierto que el método A5 de G85 puede clasificar los materiales y recubrimientos de manera similar a los testigos en condiciones de servicio real¹.

Problemas Históricos

A través de los años, se han presentado varios desafíos a la aplicabilidad de los datos del ensayo de niebla salina. Sin duda, muchas aplicaciones no involucran exposición a sales químicas, y raramente a un nivel de concentración de 5%. Entonces, ¿Qué tan importante pueden ser los datos de niebla salina? Por ejemplo, el acero galvanizado experimenta una velocidad de corrosión más alta que en un ambiente sulfúrico comparado con ambientes libres de sulfuro, y las reacciones de corrosión no serán las mismas en un ambiente con cloruro que en un ambiente con sulfuro, por eso no se espera que los resultados del ensayo de niebla salina tengan correlación con el desempeño exterior en ambientes sulfúricos. Además, los fabricantes de estos productos no recomiendan el uso de planchas de acero recubiertas para aplicaciones que involucran exposición continua a la humedad (como sucede en el ensayo de niebla salina). De hecho, el buen comportamiento de las planchas de acero con recubrimientos basados en zinc requiere de secado entre periodos de humedad, y esta necesidad de ciclos de humedad y secado es muy conocida. El desarrollo de una película pasiva de óxido y/o carbonato, relativamente estable durante el ciclo de secado, contribuye al buen comportamiento de los recubrimientos galvanizados. La humedad permanente en el ensayo de niebla salina, no permite que se forme esta película pasiva de óxido/carbonato.

Cuando el material pintado es evaluado usando el ensayo de niebla salina, no hay exposición a luz ultravioleta, la cual es causa común de la degradación de la pintura. Esta es una seria omisión, pues los mecanismos de fallas que causan que las planchas de acero pintadas se deterioren no se incluyen en el ensayo de niebla salina.

Existen otras ocurrencias que aparecen en el ensayo de niebla salina. Por ejemplo, la variabilidad de las muestras, para probetas supuestamente idénticas, es extensa. Además, los datos reunidos en dos cámaras diferentes, presentan una alta variación, a pesar que son diseñadas idénticamente y operan de acuerdo a las recomendaciones.

Se puede enumerar muchas razones por las cuales el ensayo de niebla salina no se relaciona con condiciones de exposición en el mundo real. Los tres puntos más significantes son:

- La superficie de las muestras están húmedas constantemente, sin ciclo de secado, lo que no sucede en el campo o ambiente externo.

- La temperatura de la cámara de ensayo es constante a 35 °C (95°F), lo que aumenta el transporte de agua, oxígeno y el ión cloruro comparado con el medio externo.
- EL contenido de cloruro es muy alto al 5%, evitando que el zinc forme una capa pasiva como se da en el campo.

Estas son situaciones inusuales y severas que raramente suceden en meteorización natural.

¿El ensayo tiene algún valor?

Existen algunas personas en la comunidad científica que dicen que el ensayo tiene valor limitado o simplemente no tiene valor. Se puede formular un argumento sólido para esta conclusión. Indudablemente, la práctica de usar el ensayo de niebla salina para evaluar el comportamiento relativo de diferentes recubrimientos y/o pinturas, es insignificante con respecto al comportamiento en condiciones de servicio. Sin embargo, debido a que existe muchos datos históricos en la literatura, hay formas generales en las que el ensayo si tiene valor.

Por ejemplo, piense en el comportamiento de recubrimientos galvanizados sobre acero. El ensayo de niebla salina muestra una relación lineal entre el espesor del recubrimiento y su vida útil (tal como el tiempo hasta la aparición del primer óxido). Esto es parecido a la correlación del desempeño de las exposiciones en el mundo real. En la mayoría de exposiciones ambientales, la vida del recubrimiento es lineal, es decir, dos veces el espesor del recubrimiento brinda dos veces la vida del producto. Aunque este ensayo no relaciona las exposiciones al exterior suficientemente como para exponer que un número específico de horas en el ensayo de niebla salina proveerán un número "x" de años en la aplicación real, se puede usar para confirmar que un lote específico de materiales tiene el espesor ofrecido por el vendedor. Por ejemplo, si la vida al 10% de óxido es sólo 40 horas, es cierto que el recubrimiento no presente los mismos requerimientos de espesor más usados comúnmente de los recubrimientos G60 y G90.

Para mostrar el valor del ensayo de otra manera, considere el comportamiento de paneles galvanizados pintados. El beneficio de tener un recubrimiento galvanizado grueso debajo de la pintura se puede demostrar con el ensayo de niebla salina. Al comparar un recubrimiento de electrolítico de zinc con un recubrimiento galvanizado por inmersión en caliente G90, después del ensayo, el recubrimiento delgado mostrará más signos de corrosión debajo de pintura o en los bordes cortados de las probetas en comparación con el panel G90 pintado. Este resultado significa que se prefiere un recubrimiento de zinc más grueso debajo de un recubrimiento de pintura para aplicaciones donde se esperan altas velocidades de corrosión (techos externos, por ejemplo). En efecto, el valor de un recubrimiento de zinc más grueso ha sido demostrado para aplicaciones donde la corrosión es severa. A través de los años, ha habido numerosas malas aplicaciones de planchas de acero galvanizado pintadas en las cuales el espesor del recubrimiento de zinc no fue suficiente para brindar la vida útil esperada por el usuario

El ensayo de niebla salina puede usarse para demostrar el beneficio de usar un recubrimiento galvanizado más grueso para mejorar la vida del producto en el campo. Sin embargo, debe tener presente que estas son evaluaciones cualitativas. La limitación es: **Usar un recubrimiento de zinc más grueso para reducir a la mitad la velocidad de corrosión debajo de la pintura a lo largo de bordes cortados con el ensayo de niebla salina, no quiere decir que la misma reducción se observara en aplicaciones reales o prácticas**

Otro ejemplo, donde se puede demostrar que este ensayo tiene valor, es como un ensayo de control de calidad para aceros pintados. Si se ha aplicado un buen sistema de pintura (pretratamiento, imprimante y acabado) el muestreo periódico de la producción tendrá éxito. Por ejemplo, si el comportamiento normal en el ensayo de niebla salina es de 500 horas antes que se inicie la corrosión, los ensayos de producción periódicas de lotes de muestras son una manera rápida de determinar si existen mayores problemas de producción afectando la calidad del producto. El ensayo de niebla salina puede que no muestre si la calidad del producto es aceptable, pero si el comportamiento de este ensayo es de calidad inferior, el comportamiento en el exterior también puede ser disminuido. En este caso, se podría indicar una falta de control de calidad adecuado.

Puede haber algunos ambientes naturales donde el ensayo puede relacionarse cualitativamente con los resultados de campo. Uno de dichos ambientes es la zona de salpicadura en los mares de la costa.

Como se mencionó anteriormente, otro valor del ensayo es que es severa – materiales examinados pueden ser eliminados en el proceso de selección y ahorrar los gastos de los ensayos de campo.

El Futuro

En la actualidad, el ensayo de niebla salina está profundamente arraigada en la mente de muchos usuarios de productos de planchas de acero recubierto, que su eliminación parece imposible. Existen dos razones principales para esto:

- Conformidad con el ensayo de niebla salina de muchas especificaciones de industrias y clientes en casi todas las industrias consumidoras. Adicionalmente, muchas compañías que usan estas especificaciones presentan reclamos en las literaturas de los productos sobre la “vida de corrosión” del ensayo de niebla salina para el acero recubierto que ellos usan.
- No existe un ensayo universal de corrosión acelerada para remplazar al ensayo de niebla salina. Si la industria de acero, la de pintura y los proveedores de tratamientos desean remplazarla realmente, necesitan una alternativa fácil para hacerlo. Hasta ahora, no existe dicha alternativa. Se han desarrollado varios ensayos cíclicos, especialmente para la industria automotriz y la de construcción de paneles prepintados, pero no han sido aceptados como reemplazo para el ensayo de niebla salina. Puede ser demasiado simplista esperar que cualquier ensayo de corrosión acelerada se correlacione con todo tipo de aplicaciones .

Si la comunidad de usuarios es capaz de conocer lo que el ensayo de niebla salina significa realmente, entonces pueden entender sus limitaciones y usar sus resultados de manera juiciosa.

Referencia:

1) K.M. DeSouza, *ASTM Prohesion Test Predicts Service Performance of Prepainted Steel Sheet*, Galvatech '04 Conference, Chicago, IL, April 4-8, 2004

Copyright© 2007 – ILZRO

Renuncia de responsabilidad:

Los artículos, reportes de investigación y datos técnicos se proveen únicamente con fines informativos. Aunque quienes los publican intentan proveer información precisa y actual, la Organización Internacional de Investigación del Zinc y el Plomo no garantiza los resultados de la investigación o información reportada en esta comunicación y renuncia a cualquier responsabilidad por daños que surjan de confiar en los resultados de las investigaciones u otra información contenida en esta comunicación, incluyendo, sin limitación, daños incidentales o consecuencias.