

CAUSAS DE LA ROTURA ESPONTÁNEA EN VIDRIO TEMPLADO

¿Qué es el Heat Soak Test?

Es bien sabido que, ocasionalmente, un vidrio templado puede romperse sin que exista una razón aparente para que ello suceda. Cuando se presentan estos casos de rotura espontánea, el usuario se ve enfrentado a muchos inconvenientes hasta que se realice la reposición y, dependiendo del lugar en que estuviera instalado el vidrio templado se pueden generar situaciones de alto riesgo. En este artículo se explica la causa de la rotura espontánea en vidrio templado y las alternativas que permitan minimizar el problema.

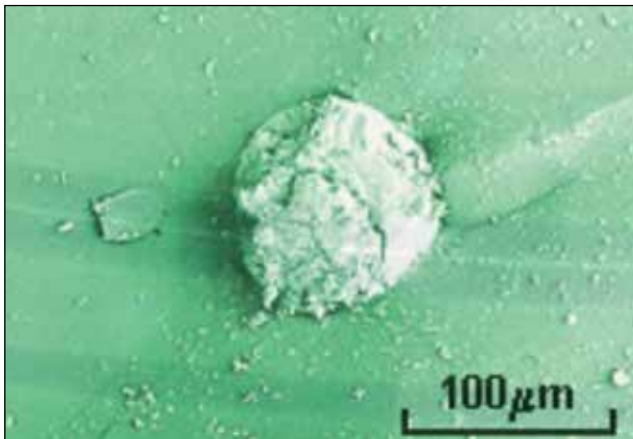
Las Impurezas en el Float

Durante la fabricación del vidrio se presentan una gran cantidad de impurezas algunas de ellas no solubles (como nudos, partículas y piedras) y otras solubles. Entre las solubles se encuentra el Sulfuro de Níquel, producido por la combinación del Sulfuro presente en el baño de float con restos de materiales ricos en Níquel (como el acero inoxidable de partes de la estructura del horno).

La mayoría de estas impurezas, algunas más visibles que otras, alteran la viabilidad del vidrio y los niveles de aceptación están regulados por normas internacionales (como la ASTM C1036).

El Sulfuro de Níquel (cuya fórmula química es S_{Ni}) es un caso especial porque aunque no afecta en nada al vidrio flotado, es el causante de la rotura espontánea en los vidrios templados por el mecanismo que se explica a continuación.

El Sulfuro de Níquel y la Rotura Espontánea:



Partícula de Sulfuro de Níquel
(extraído de www.glassonweb.com)

El Sulfuro de Níquel es una molécula que presenta una determinada estructura a baja temperatura (conocida como estado beta) y otra muy diferente a alta temperatura (conocida como estado alfa). La fase beta es una molécula que ocupa un 4% más de volumen que la fase alfa, lo cual tiene enorme importancia en la rotura espontánea del vidrio templado.

Durante el proceso de templado, el Sulfuro de Níquel cambia - al llegar el vidrio a los 380° C - de la estructura beta a la alfa. Cuando el vidrio es enfriado rápidamente las partículas de Sulfuro de Níquel no son capaces de cambiar de vuelta a la estructura beta - debido a la rapidez del proceso de enfriado-, de modo que la estructura alfa queda "congelada" en una forma inestable dentro del vidrio templado.

Por ser un estado inestable, con el paso del tiempo la fase alfa lentamente se convertirá a la fase beta con el consiguiente incremento de volumen (del 2 al 4%) debido al diferente volumen de ambas estructuras. Si la inclusión de Sulfuro de Níquel se encuentra ubicada en la zona central de tensión del vidrio templado y el incremento de volumen es suficientemente grande, esto originará una resquebrajadura en el vidrio y la liberación de energía consiguiente será tan alta que causará el estallido del vidrio templado. Esta transformación reversible de beta a alfa, puede ocurrir desde unos pocos minutos a más de 10 años después de la instalación del vidrio.

Como la relación de cambio de la fase alfa/beta es dependiente de la temperatura y del tiempo, a más caliente el vidrio, mayor será la reacción que tendrá lugar y más rápido ocurrirá la rotura. Es decir, que la probabilidad de rotura espontánea es mayor si el vidrio templado - conteniendo inclusiones de Sulfuro de Níquel - está ubicado de manera tal que recibe mucho calor.

El nivel de inclusiones de Sulfuro de Níquel en los vidrios es realmente muy baja - motivo por el cual las roturas de este tipo no son muy frecuentes - pero son inclusiones imposibles de evitar durante el proceso de fabricación. Por ello ésta posibilidad debe ser tenida en cuenta si el lugar donde se instalará el vidrio templado puede generar algún tipo de situación de riesgo.

Es necesario aclarar que la rotura espontánea puede tener otras causas que no tienen nada que ver con las inclusiones de Sulfuro de Níquel. De hecho a veces es muy difícil detectar la causa real de la rotura. También debe

notarse que un vidrio que tiene una inclusión de SNi no siempre rompe. La probabilidad de rotura en estos casos, es fuertemente dependiente de parámetros tales como:

- mantener el vidrio a temperatura moderada
- el tamaño y la localización de la inclusión de Sulfuro de Níquel.

Siendo imposible eliminar completamente el Sulfuro de Níquel del vidrio, existen dos maneras de remediar este problema.

Utilización de Vidrio Termoendurecido:

La experiencia muestra que el vidrio termoendurecido es mucho menos sensible a la rotura espontánea causada por inclusiones de Sulfuro de Níquel. Esto es debido a que durante el proceso de fabricación de este tipo de vidrio, el enfriamiento es más lento que durante la producción de vidrio templado. Por eso mismo los niveles de compresión de las superficies del vidrio son menos sensibles a los cambios de tamaño de las inclusiones de Sulfuro de Níquel. En general se trata de mantener los niveles de compresión de la superficie en el rango 5.500 ±. 1500 psi, pues en esos valores puede asegurarse que se elimina cualquier posibilidad de rotura de este tipo.

El vidrio termoendurecido es recomendado para todas las aplicaciones donde el vidrio necesita una mayor resistencia a las tensiones térmicas y mecánicas, lo cual es perfectamente adecuado para vidrios de control solar en aquellas aplicaciones que requieran la capacidad de absorber un mayor nivel de energía. Sin embargo el vidrio termoendurecido no es un vidrio de seguridad (rompe en forma similar al vidrio flotado), por lo que no siempre puede sustituir al vidrio templado.

Utilización del Heat Soak Test:

El Heat Soak Test es usado para minimizar el riesgo de rotura espontánea de vidrio templado causado por inclusiones de Sulfuro de Níquel. En este proceso los paneles de vidrio templado son colocados dentro de un horno y calentados a 290° C. De este modo se acelera la expansión del Sulfuro de Níquel, lo que causa que el vidrio rompa en la cámara del Heat Soak, reduciendo así el riesgo de rotura espontánea cuando esté instalado. El vidrio roto puede ser reciclado y remanufacturado.

El tiempo de duración del ensayo está determinado por la relación de conversión esperada. Una guía aproximada es la siguiente:

Tiempo	Conversión
60 min	95%
2750 min	99%
540 min	99,5%

El Heat Soak Test se estableció sobre una base empírica, por que no siempre toma en cuenta la cinética de las fallas espontáneas, por lo que a veces está sobredimensionado con respecto a temperatura y tiempo, lo que puede explicar la gran diferencia en condiciones de operación usadas por diferentes fabricantes.

Para la realización del Heat Soak Test son posibles dos opciones:

1. El Heat Soak Estadístico: en este caso el ensayo se realiza a un número específico de vidrios determinados y seleccionados en base a criterios estadísticos (es decir que sean representativos del total del lote). La rotura por Sulfuro de Níquel no debe exceder el 0.1 % con una probabilidad del 95%. En caso que la rotura supere éste valor, el fabricante identificará el lote al que corresponde (el cual será más riesgoso en términos de rotura espontánea).

El método estadístico no garantiza que la probabilidad de rotura esté completamente eliminada cuando el vidrio esté instalado. Lo que hace es una evaluación que permite identificar partidas que puedan tener un nivel de inclusiones altas.

2. El Heat Soak Test completo ("full"): en este caso el ensayo se realiza sobre el total de los vidrios de la partida para asegurar que no habrá probabilidad de rotura una vez instalado.