

## Introducción

Como fue discutido en el *GalvInfoNote 2.1*, “El Proceso Continuo de Recubrimiento por Inmersión en Caliente para Productos de Planchas de Acero”, es absolutamente necesario tener las planchas de acero libres de cualquier óxido superficial conforme entra al baño de recubrimiento de zinc fundido. En las líneas de procesamiento de alta velocidad, que avanzan a velocidades hasta de 600 pies/minuto, es común, que la plancha se sumerge en el baño de recubrimiento durante tiempos muy cortos entre 2 y 4 segundos. Con el fin de desarrollar la capa de aleación esencial para una buena adherencia entre el acero y el recubrimiento de zinc, la plancha que ingresa al baño debe estar muy limpia y libre de óxidos o productos de corrosión.

## La Limpieza de Gas de Hidrógeno para el Galvanizado Continuo

El método más común usado hoy para obtener una superficie muy limpia a la entrada del baño de recubrimiento es tener una sección de limpieza acuosa alcalina (a veces con una asistencia electrolítica) delante del horno de recocido. El gas de la atmósfera del horno de recocido contiene una pequeña cantidad de hidrógeno (generalmente entre 5 y 6%) y se mantiene libre de oxígeno como sea posible para ayudar a la reducción del hidrógeno de la capa de óxido. El nitrógeno es utilizado como el gas portador inerte para mantener una adecuada presión interna dentro del horno. A medida que la plancha es calentada a altas temperaturas en el horno para recocer el acero y obtener las propiedades mecánicas deseadas, el gas hidrógeno reacciona con los restos óxido de hierro para producir una superficie muy limpia; uno para que pueda ser rápidamente humedecida por el zinc líquido del baño del metal. De esta manera, el zinc y el acero son capaces de desarrollar una aleación completa en tiempo muy corto

### Otros Métodos de Limpieza de Gas

Algunas líneas también tienen una sección de horno de limpieza no-oxidante entre las secciones de limpieza húmeda y recocido. Otras líneas omiten la sección de limpieza húmeda, pero tienen un horno de limpieza no-oxidante antes del horno de recocido. Los hornos no-oxidantes queman los hidrocarburos de la superficie y proveen alguna reducción de los óxidos de superficie oxides, mientras calientan la plancha a temperaturas apenas por debajo del punto de recocido.

La reacción química en el horno se muestra a continuación:



Para prevenir la re-oxidación, después de ser recocido y enfriado a la temperatura aproximada del baño de zinc, la plancha se mantiene en movimiento bajo la protección de la atmósfera con hidrógeno entre el final del horno y el baño de recubrimiento. Esto se logra mediante un cierre fijo (usualmente llamado “tobera”) entre el horno y el baño de zinc fundido. El extremo superior de la tobera es empernada fuertemente al horno, y su extremo inferior se sumerge en el baño de recubrimiento, asegurándose de que el acero nunca encuentre aire antes de su inmersión en el zinc fundido. Es en la tobera donde el atmósfera de gas presurizada es introducido y forzado a fluir nuevamente al extremo de entrada de la línea, contra el movimiento de la plancha de acero. Esto asegura que el gas con mayor potencial de reducción esté en contacto con la plancha justo antes de que ésta entre al baño de zinc fundido.

## Método de Limpieza con Fundentes para el Galvanizado Continuo

Existe otro método para proveer una superficie de acero libre de óxido al baño de galvanizado, es decir, el uso de fundentes químicos. Es mucho menos conocido que el proceso descrito anteriormente, pero es una manera comprobada de obtener una adherencia muy buena del recubrimiento. El proceso de galvanizado con fundente es también utilizado después de la fabricación, en la industria de galvanizado discontinuo o por lotes, para artículos tales como: formas estructurales, tuberías, etc. Para información acerca del galvanizado por lotes, ver *GalvInfoNote 2.3*

El procedimiento normal para el galvanizado continuo con fundente involucra un paso de limpieza y desengrase, con frecuencia, uno que utiliza una solución acuosa de limpieza alcalina similar a la utilizada por el proceso de limpieza por hidrógeno. A continuación de éste se encuentra un paso de decapado por ácido (usualmente ácido clorhídrico) para remover los óxidos de la superficie. Después del decapado y durante el tiempo que la plancha es enjuagada y secada, una capa muy fina de óxido se reforma en la superficie del acero. La razón de que esto suceda es que el acero libre de óxido y bajo en carbón reacciona muy rápidamente con el aire para formar una capa muy delgada de óxido superficial. Es esencialmente imposible evitar esta reacción con el aire. Esta capa de óxido no cambia la apariencia de la superficie del acero perceptiblemente; aunque la superficie puede ser ligeramente más oscura que una superficie absolutamente libre de óxido. El color no es el usual óxido negro o rojo que se asocia con el mismo; sin embargo, presenta una ligera oxidación. Esta delgada película debe ser removida para obtener un humedecimiento rápido y completo del acero en el zinc fundido. Por lo tanto, se necesita dar un paso más antes del baño de recubrimiento.

Ya que las líneas de recubrimiento con fundente no tienen un horno de recocido como parte del proceso (las propiedades mecánicas se obtienen en una operación de recocido anterior a la línea de galvanizado), la limpieza por hidrógeno no es posible. En vez de eso, se utilizan químicos para disolver los vestigios de óxidos. Estos químicos, llamados fundentes o soluciones fundentes, son muy parecidos a los fundentes utilizados en procesos tales como la soldadura. Son simplemente compuestos capaces de disolver los óxidos de hierro.

Para galvanizar, el fundente más común en uso comercial, y el que ha sido utilizado durante años, se encuentra basado en el químico inorgánico "cloruros de zinc y de amonio". Las proporciones de peso del cloruro de zinc al cloruro de amonio pueden ser ajustadas para satisfacer las necesidades individuales del cliente. Por lo general, estas soluciones también contienen agentes de humedecimiento de marcas especiales, agentes anti-espuma, y posiblemente otros aditivos de ajuste de viscosidad. Los fundentes de cloruro de zinc y de amonio son utilizados para todo tipo de galvanizado -el galvanizado de fabricación, así como, las operaciones de galvanizado continuo de planchas, cables y tubos.

Como el fundente es un químico inorgánico de temperatura de fundición relativamente baja, la plancha de acero no puede ser calentada a altas temperaturas antes del baño de galvanizado. Si la temperatura del acero se volviera demasiado alta, el fundente químico se quemaría, afectando su desempeño. Esto significa que la plancha debe entrar al baño de galvanizado a una temperatura considerablemente menor que la del zinc (alrededor de 460-470°C). La paila o crisol de zinc, por lo tanto, tiene que tener una capacidad de calentamiento mucho más alta que una caldera típica utilizada en las líneas que tienen recocido dentro de la línea. Esta alta capacidad de calentamiento, combinada con la necesidad de remover el fundente "gastado" de la superficie, por lo general lleva a un uso menos eficiente del metal de zinc que para las líneas de recubrimiento que utilizan recocido dentro de la línea y limpieza de hidrógeno. También se generan vapores de fundentes y deben ser recolectados por campanas localizadas sobre la caldera de zinc. Otra característica de las líneas de recubrimiento con fundente es que el producto recubierto tiene un brillo natural, pequeño, plano -incluso con zinc que lleva plomo. Esto es el resultado de un enfriamiento rápido después el baño que resulta de la menor temperatura de ingreso de la plancha a la paila.

En el proceso de galvanizado continuo de planchas, el fundente puede ser aplicado como un "prefúndente", esto es, aplicado a partir de una solución acuosa que contiene los químicos de fundente disueltos, o aplicada como un "sobre fundente", esto es, una capa de fundente fundido que flota sobre el baño de galvanizado. En

algunos casos, ambos tipos de aplicación de fundente son utilizados. Nuevamente, el fundente es un químico que reacciona con el óxido de hierro para eliminarlo y dejar una superficie muy limpia, libre de óxido, para un humedecimiento rápido a medida que la plancha entra al metal fundido de galvanizado.

El galvanizado continuo con el uso de fundentes ha sido un proceso comercial durante muchos años. De hecho, antes del desarrollo del galvanizado continuo, el galvanizado de la plancha de acero era realizado por operadores que sumergían las planchas de uno en uno, en un baño de zinc fundido. El fundente de cloruro zinc y de amonio era parte de esta operación. El paso al galvanizado continuo, utilizando fundentes como parte del proceso, fue un proceso natural de crecimiento de una plancha a la vez.

Las líneas de galvanizado con fundentes son también conocidas como "Líneas de Galvanizado en Frío", como "Líneas *Wheeling*" (la primera compañía de aceros que las utilizó), y como "Líneas *Cook-Norteman*" (los desarrolladores del proceso).

## Resumen

El proceso de galvanizado con fundentes sirve como un proceso viable para el galvanizado continuo de planchas de acero. Aunque tiene sus propios problemas de procesamiento, tales como la formación de vapores de fundentes y cenizas de fundentes que necesitan ser procesadas como productos de desecho, es un método de galvanizado que permite la construcción de una línea de galvanizado sin el gasto de un gran horno de recocido asociado al método de limpieza por hidrógeno. Para muchos productores de planchas galvanizadas, el recocido de la plancha de acero es una parte integral del procedimiento completo de procesamiento de acero, y éstos incorporan el horno de recocido a la línea de galvanizado de tal manera que el concepto de limpieza por hidrógeno pueda ser utilizado. No obstante, para aquellos fabricantes menores que desean comprar planchas de acero y aplicar un recubrimiento de zinc para protegerlos de la corrosión, una línea de galvanizado por fundente es un proceso alternativo —uno que requiere menos gasto de capital.

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.