

Congreso LATIN GALVA, Cartagena, Colombia, septiembre de 2010.

Sostenibilidad de la galvanización a partir del manejo de residuos interno aplicado de las cenizas y espuma producto de la galvanización por inmersión en caliente general y de la escoria (*dross*) de superficie en la línea de galvanización en continuo.

John Fryatt, Pyrotek Netherlands B.V.

Introducción.

Todas las compañías dedicadas a la galvanización y recubrimiento de metales conocen el precio diario en el mercado del zinc.

También mantienen registros detallados de los costos operativos, así como de la productividad y rentabilidad de la planta. Sin embargo, hasta hace poco ha surgido una modesta noción sobre el valor adicional oculto, aunque importante, de las cenizas/espumas y escoria (*dross*) de superficie producto del proceso, al igual que del potencial que tienen para mejorar la rentabilidad de la empresa.

Las opciones previas para aumentar el valor de las cenizas/espumas y escoria de superficie han estado limitadas tanto en opciones como en la cantidad de las recuperaciones.

La mejora de los procedimientos de recolección y el mantenimiento en general han producido pocos avances. Hasta hace poco, los porcentajes de la LME que pagan los comerciantes por las cenizas/espumas producto de la galvanización por inmersión en caliente general (*General Hot Dip Galvanizing*, GHDG) y la escoria de superficie de la línea de galvanización en continuo (*continuous galvanizing line*, CGL) han sido moderados; no obstante, comienzan a mejorar.

Por otro lado, todo indica que el valor de las cenizas/espumas de la GHDG y de la escoria de superficie de la CGL puede mejorarse hasta 20 puntos porcentuales en la cotización del zinc de la LME, mediante el procesamiento de recuperación interna de zinc.



Recolección de cenizas/espumas

Zinc producto del proceso de recuperación

Reutilización del zinc recuperado

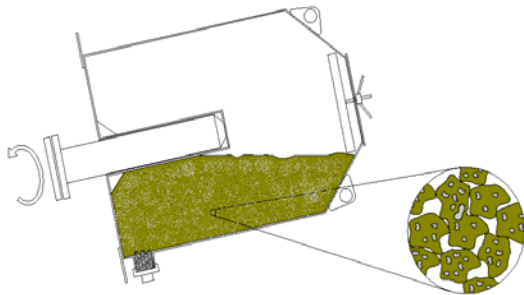
También existe una variedad de elementos de valor relacionados con el proceso de recuperación interna adicionales al valor del metal recuperado. Por ejemplo, no se tiene que pagar ninguna prima a la LME por el zinc recuperado dado que ya es propiedad de la galvanizadora, a la vez que la recuperación y reutilización del metal en un lapso de 24 horas aporta beneficios importantes de flujo de efectivo al negocio en general.

En este documento se tratará el procesamiento interno de las cenizas y espumas de la galvanización por inmersión en caliente general y de la escoria de superficie de la línea de galvanización en continuo, y se destacarán los elementos de valor disponibles para que la galvanizadora mejore su rentabilidad.

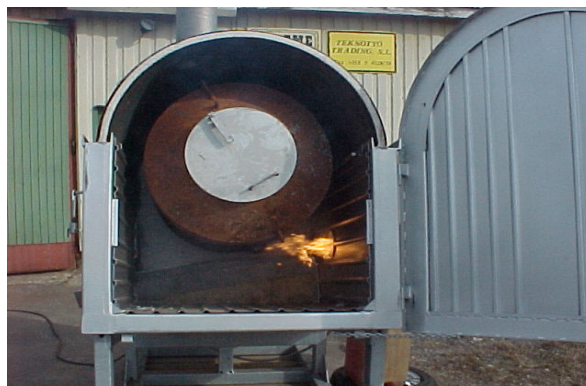
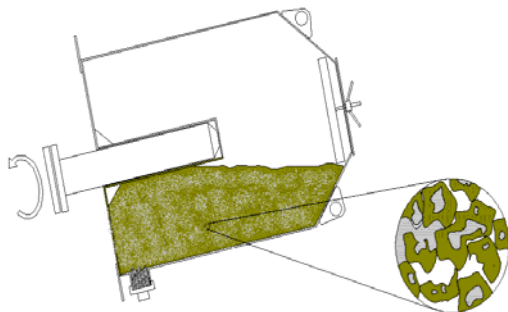
1 Recuperación interna

La recuperación interna puede llevarse a cabo con ayuda de un dispositivo termomecánico que separe el metal suelto presente en las cenizas/espumas de la GHDG y en la escoria de superficie de la CGL, que se generan como parte del proceso de galvanización.

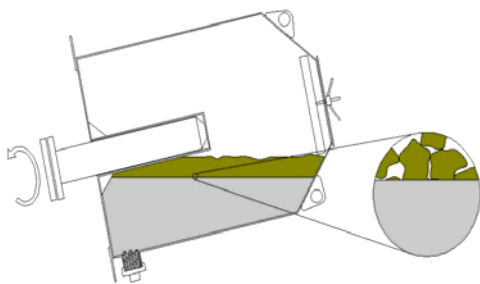
- a) Primero se recolecta la mezcla integral del zinc en partículas, óxidos de zinc y otros derivados químicos del zinc en un cilindro de procesamiento.



- b) Se coloca el cilindro cargado en una cámara de calentamiento y se gira lentamente mientras se aplica calor indirecto desde el exterior para permitir que el zinc en partículas se derrita y se aglomere, y brindarle la máxima protección contra un exceso de oxidación.



- c) Al girar en forma continua el cilindro aplicando calor durante un tiempo determinado, se obtiene metal líquido cubierto con un recubrimiento protector que contiene óxidos de zinc. Una vez transcurrido el tiempo de procesamiento establecido, el metal líquido puede recolectarse en un molde, y el material de recubrimiento protector de óxido se queda en el cilindro.



2. Elementos de valor

La industria galvanizadora mundial ha identificado y desarrollado una lista cada vez más extensa de elementos de valor tras el aumento en el uso de la recuperación interna del metal.

2.1 Elementos de valor positivos

- a) Metal zinc recuperado.



- b) Residuos recuperados.



- c) Se elimina el pago de la prima a la LME por el zinc.



- d) Contribuciones positivas al flujo de efectivo.



La imagen de la izquierda muestra las cenizas/espumas que fueron recolectadas durante un período de tres meses.

Se recuperaron 50 toneladas de cenizas/espumas.

El precio del zinc era de \$3000 USD/tonelada.

El valor comercial fue de \$63,000 USD (42% en la LME para el zinc).

El valor recuperado con un 75% de contenido de zinc fue de \$110,250 USD.

El aumento inmediato en el valor fue de \$47,250 USD.

e) Mejora en la logística de materiales.

1 Galvanización por inmersión en caliente general.

En 2006:

Generación de cenizas/espumas de la GHDG en Europa:	52,000 toneladas
Nuevo zinc recuperado de estas cenizas/espumas	21,000 toneladas
Total de material enviado	73,000 toneladas

Residuos generados por el procesamiento interno	17,500 toneladas
---	------------------

Esto representa una disminución de 55,500 toneladas de material enviado o el 76%.

2 Escoria de superficie de la galvanización en continuo (cantidades de 500 toneladas).

a) Comerciante.

Transporte de la escoria desde las instalaciones.	500 toneladas
Equivalencia de transporte de metal nuevo a las instalaciones	340 toneladas

Movimiento total de material	840 toneladas
------------------------------	---------------

b) Recuperación interna.

Transporte de residuos desde las instalaciones	75 toneladas
--	--------------

Movimiento total de material	75 toneladas
------------------------------	--------------

Reducción de movimiento de material/500 toneladas de escoria	765 toneladas (90%)
--	---------------------

f) Reducción en la demanda mundial de energía.

Energía necesaria para crear zinc virgen a partir de una mena	32,000 MJ/tonelada
---	--------------------

Energía necesaria para recuperar 1 tonelada de zinc	1,600 MJ/tonelada
---	-------------------

Reducción de energía	30,400 MJ/tonelada (95%)
----------------------	--------------------------

g) Moneda fuerte.

Algunos comerciantes pagan las cenizas/espumas y las escorias de superficie en moneda local.

El zinc nuevo se tiene que pagar en dólares estadounidenses.

El zinc recuperado no genera cargos en moneda fuerte.

2.2 Elementos de valor negativos

a) Costo del procesamiento interno.

Combustible para quemado por 3 horas	30 litros de aceite o 30 m ³ de gas
Costo del cilindro	100 usos
Mano de obra	1 hora de operación/quema
Costo total	\$100 USD/quema
Se obtienen 800 kg de producto procesado/quema	
COSTO/KG DE PRODUCTO PROCESADO	\$0.125 USD

3. Proceso

Los procesos y procedimientos de recuperación de cenizas/espumas de la galvanización por inmersión en caliente general y de escorias de superficie de la línea de galvanización en continuo son básicamente similares.

3.1. Las cenizas/espumas o las escorias de superficie se recolectan en un cilindro de procesamiento.



Recolección de cenizas/espumas de la GHDH



Cilindro de procesamiento



Escoria de superficie de la CGL

Se agrega una pequeña cantidad de agente desmoldante al cilindro de procesamiento de CGL. De esta forma, la cantidad de zinc recuperado es mayor y se mejoran las características de manejo de los residuos que quedan en el cilindro de procesamiento.

3.2. El cilindro de procesamiento se coloca en la cámara de calentamiento.



Luego la unidad se inclina en la posición de operación.

3.3 El quemador se enciende y se inicia el proceso de recuperación de zinc.



El tiempo de procesamiento depende del contenido de zinc en la carga del horno.

La capacidad nominal de la unidad que se muestra es de 750 kg. La duración del proceso para obtener cenizas y espumas de la GHDG es de aproximadamente tres horas, mientras que el tiempo total para la CGL es de alrededor de cinco horas.

Los tiempos del proceso para la unidad más grande de 1,500 kg de capacidad son similares.

3.4. Una vez transcurrido el tiempo de procesamiento adecuado, el zinc sale por un grifo y se recolecta en una lingotera.



Recolección de una unidad de 750 kg



Recolección de una unidad de 1,500 kg

3.5. Después se devuelve a la cuba o tanque de zinc para reutilizarlo de inmediato.



4. Metal recuperado (volumen)

El volumen de zinc recuperado depende del proceso de galvanización.

4.1 Galvanización por inmersión en caliente general.

a) Producto mezclado y manufacturas.

La producción de metal varía entre el 55% y el 75%, cerca del 65% de promedio.

b) Galvanización rotativa/de tubos/tuberías.

La producción de metal varía entre el 65% y el 75%, cerca del 70% de promedio.

Cliente	A	B	C*
Tasa de recuperación (%)	60	68	70
Material procesado (toneladas)	25	95	660
Zinc recuperado (toneladas)	15	65	465

* Galvanizadora de tubos/tuberías

4.2 Escoria de superficie de galvanización en continuo.

a) Banda de hierro galvanizado.

En teoría, cerca del 90% de la escoria de superficie de la CGL puede recuperarse.

Las técnicas de recuperación más eficientes de los últimos dos años han tenido una producción de cerca del 85% en promedio.



5. Metal recuperado (calidad)

5.1 Galvanización por inmersión en caliente general.

En ocasiones anteriores se ha cuestionado la calidad del zinc recuperado, en especial en lo que respecta al contenido de hierro y su influencia en la idoneidad del zinc recuperado para usarlo en el proceso de galvanización.

Se sabe que un contenido de hierro ligeramente elevado en el zinc recuperado genera una pequeña cantidad de escoria flotante adicional en comparación con el uso de materia prima pura, virgen. La incidencia de este hecho aumenta con el porcentaje de zinc recuperado que se agrega a la cuba.

La adición máxima recomendada de material recuperado a una cuba en cualquier momento es del 15%; valor que se alcanza en muy pocas ocasiones.

Cuando el zinc recuperado se mezcla al valor máximo recomendado, por lo general los problemas de calidad son mínimos. La acumulación de mata es insignificante y no hace necesario eliminarla con mayor frecuencia.

Datos operativos.

Los siguientes datos se obtuvieron de una cuba de alta productividad en la que se usó zinc recuperado como aditivo, como parte del procedimiento normal de operación durante más de tres años.

Las muestras de la cuba se obtuvieron al mismo tiempo que se recolectaron las cenizas/espumas.

	Zn en cuba	Fe en cuba	Zn recuperado	Fe recuperado
% de margen	98.97 a 99.04	0.021 a 0.022	98.05 a 98.91	0.11 a 0.28
% promedio	99.02	0.021	98.56	0.2

5.2 Escoria de superficie de la línea de galvanización en continuo

Se han realizado investigaciones muy completas sobre la idoneidad del uso del zinc recuperado de la escoria de superficie de la línea de galvanización en continuo en el tanque de zinc del proceso.

En la actualidad se utiliza cada vez más como aditivo en tanques de zinc de productos de construcción y productos en general.

Datos operativos.

Los resultados mostrados de un programa de proyecto de recuperación dan una buena idea de la composición química del zinc recuperado. Al igual que en la GHDG, puede mezclarse de forma segura cerca del 15% del volumen total del tanque.

Referencia	% de recuperación	% de Fe	% de Al
1	82	0.026	0.16
2	86	0.007	0.19
3	88	0.0064	0.23
4	84	0.01	0.16

6. Residuos recuperados

Se considera que los residuos de zinc químicamente integrado que quedan en el cilindro de procesamiento después de que se saca el zinc liberado son materia prima valiosa que puede utilizarse para procesamientos posteriores. Esto aplica sobre todo para los residuos procesados que tienen gránulos que fluyen libremente.

No es poco común que el material producido de este modo y recolectado en empaques adecuados sea valuado hasta en un 20% de la cotización del zinc de la LME.

Como se indicó, se necesita incluir un aditivo a la escoria de superficie recolectada de las operaciones de CGL para aumentar el volumen de recuperación de zinc y en particular, para que el residuo en el cilindro fluya libremente.

Las imágenes de abajo ilustran la característica del residuo de cenizas/espuma de la GHDG. Cuando se incluye en el proceso de recuperación el aditivo que necesitan los residuos de escoria de la CGL, se obtiene un producto similar, pero sin el aditivo, el residuo resultante necesita procesarse nuevamente para maximizar la producción de zinc y facilitar la recuperación del residuo.



Residuo de la GHDG y de la CGL con aditivo



Residuo de escoria de la CGL sin aditivo para el proceso

7. ¿Los pros y los contras ofrecen una oportunidad de ahorrar dinero y mejorar la sostenibilidad?

La respuesta a esta pregunta depende de la cantidad de zinc libre disponible para recuperación y del valor que fijen los comerciantes/recicladores para las cenizas/espumas.

En general, la respuesta es “sí”, y las recuperaciones de las líneas de galvanización en continuo son particularmente atractivas.

7.1 Galvanización por inmersión en caliente general.

En 2006, la industria de la GHDG europea produjo aproximadamente 52,000 toneladas de cenizas/espumas.

Al precio comercial al 45% de la LME (\$2,000 USD) estas cenizas/espumas se valúan en \$47 millones de USD.

Con tasas promedio de recuperación interna de zinc del 65% para la GHDG y del 75% para la galvanización rotativa/de tubos, el valor de las cenizas/espumas recuperadas de forma interna es de \$78 millones de USD.

La diferencia de \$31 millones de USD compartida entre las 640 plantas europeas produce un valor promedio más alto de \$48,000 USD/planta/año o \$240,000 USD durante un período registrado de cinco años para una unidad de procesamiento.

7.2 Escoria de superficie de la línea de galvanización en continuo.

La industria mundial de CGL produce alrededor de 500,000 toneladas de escoria de superficie/año.

Al precio comercial del zinc al 70% de la LME de \$2,000 USD esta escoria se valúa en \$700 millones de USD.

A una tasa de recuperación interna de zinc del 85%, la escoria se valúa en \$850 millones de USD.

La diferencia de \$150 millones de USD compartida entre las 340 líneas de todo el mundo produce un valor promedio aumentado de \$440,000 USD/línea o \$2.2 millones de USD durante un período registrado de cinco años para la unidad de procesamiento.

8. El futuro

Constantemente se introducen avances que aumentan las opciones disponibles para una galvanizadora para el procesamiento y la recuperación interna de metal a partir de residuos de los procesos.

Estos incluyen:

8.1 Aleación en las instalaciones.

Se pueden agregar cantidades controladas de metales o aleaciones principales al residuo que se está procesando, para producir los lingotes que se devolverán a la cuba y para permitir que los elementos secundarios implicados se dispersen de forma sencilla, fácil y uniforme. Algunos de estos son aluminio y plomo. También es posible agregar pequeñas cantidades de materia prima que contenga níquel a la cuba.

Las aleaciones obtenidas de las cenizas/espumas y escorias de superficie de las cubas y tanques de procesamiento se recuperan como la aleación original. Esto se ilustró previamente en este documento con aleaciones que contienen aluminio en la CGL; y también se han procesado escorias que contienen magnesio con resultados similares.

8.2 Mejoras en la calidad del metal recuperado mediante filtración.

En la actualidad se realizan programas que examinan la posibilidad de modificar la composición química del metal recuperado mediante filtración. Esto aplica en particular al contenido de hierro en el metal recuperado.

Las tecnologías y los procedimientos que se desarrollan con éxito para las escorias de la galvanización en continuo parecen estar listos para transferirse al sector industrial de la galvanización por inmersión en caliente general.

8.3 Procesamiento de la mata.

Los resultados del trabajo de filtración mencionado arriba y los avances con las escorias de la línea de galvanización en continuo (CGL) indican que está aumentando la posibilidad de recuperar metal de la mata. Se prevé que, en un futuro cercano, se contará con los informes de los programas de trabajo en curso; sin embargo, las consideraciones comerciales pueden dificultar la justificación económica de los procedimientos actuales.

En la actualidad, el procesamiento de la mata se considera un proyecto a largo plazo.

8.4 Equipo, diseños y capacidades nuevos.

Existe un programa de trabajo continuo para mejorar el rendimiento y la productividad del equipo con resultados muy positivos.

La industria primaria del zinc con altos volúmenes de cenizas y escorias ha venido integrando máquinas cada vez más grandes, y la industria de galvanización en continuo también empieza a seguir la misma tendencia.

Hoy en día, se dispone en el mercado de una unidad que se introdujo recientemente para procesar 1,500 kg de cenizas/espumas o escoria de superficie por proceso de quemado, la cual resulta particularmente atractiva para los operadores de líneas de galvanización en continuo.



Unidad de procesamiento de
1,500 kg/proceso de quemado



Tres unidades de quemado de 1,500 kg
en operación

9. Resumen

Se ha demostrado que la recuperación interna de metales y aleaciones de procesos técnicamente aceptables a partir de cenizas y espumas generados durante la galvanización por inmersión en caliente general y de escorias de superficie generadas en líneas de galvanización en continuo, es una alternativa factible a los métodos tradicionales de eliminación de desechos.

En vista de que los problemas ambientales continúan exigiendo mayor creatividad e ideas originales por parte de la industria en todo el mundo con respecto a la creación y eliminación de desechos, las galvanizadoras en todo el mundo ahora tiene la excelente oportunidad de apegarse a cualquier legislación nueva y al mismo tiempo mejorar el rendimiento y rentabilidad clave de la empresa.