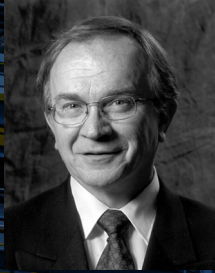


NUEVO Y MEJORADO MÉTODO PARA RESUCITAR HIERRO DÚCTIL ATENUADO



DR. ROD NARO AND DAVID WILLIAMS

ASI INTERNATIONAL, Inc.



PUNTOS SOBRESALIENTES DEL ARTÍCULO:

- Control de silicio y magnesio en hierro dúctil
- Trabajar con hierro dúctil tratado atenuado en colado automático
- Maneras de potenciar el contenido de magnesio atenuado en hierro dúctil

Silicio y Magnesio son dos de los elementos principales en un hierro dúctil. Ambos elementos afectan tanto la cantidad como la forma del grafito y la estructura de la matriz y ambos tienen un profundo impacto en las propiedades físicas del hierro. A diferencia del carbono, que puede ajustarse fácilmente para alcanzar la especificación, controlar el contenido de silicio y magnesio puede ser difícil. Gran parte de la dificultad surge porque en la secuencia para hacer hierro dúctil, se contribuye con silicio casi en todos los pasos:

1. Chatarra o piezas de retorno, que contiene silicio, que se utiliza al cargar el horno.
2. Aleaciones ferrosilicio al Magnesio, los aditivos mayormente usados, contienen típicamente del 40 al 50% de Si.
3. La mayoría de los post-inoculantes usados para promover la nucleación gráfica pueden contener hasta un 75% de silicio.

El método más comúnmente utilizado para producir hierros dúctiles utiliza ferrosilicio al magnesio. Se mantiene

intencionalmente bajo el nivel de silicio en el hierro base, sin tratar, de modo que luego del tratamiento con ferrosilicio al magnesio y post-inoculación, tanto el carbono como el silicio se encuentran dentro de especificación.

A partir de este punto, la fundición tendrá una cantidad de tiempo limitada para colar las piezas (este límite es variable, aunque típicamente será de 12-15 minutos). A partir del momento que el hierro dúctil se trata con magnesio, el reloj comienza a correr. Cuando el

tiempo se acaba, el hierro dúctil (DI) tratado debe colarse en un molde "pig mold" ya que el metal está atenuado, por ej. se pierde magnesio y queda por debajo del valor especificado debido a las reacciones de oxidación /resulfurización. Este trabajo técnico se enfocará principalmente en el decaimiento del magnesio en unidades de colado automático y cómo puede rejuvenecerse este hierro para volverlo un hierro dúctil usable.

Los dos sistemas de colado automático más comunes son 1.) una unidad sin calefacción con una barra taponadora recubierta de refractario/ grafito para regulación del metal fundido directamente a una línea de moldeo en verde altamente automatizada, o 2.) un horno de inducción de vertido a presión situado directamente por encima de una altamente automatizada línea de moldeo en verde. A menudo, será necesario rejuvenecer el hierro dúctil (DI) "muerto" o decaído si hay: 1.) una parada en la línea de moldeo o, 2.) se necesita rejuvenecer los niveles de magnesio al comienzo de un turno o luego de un fin de semana (llamado hierro de "Lunes por la mañana").

Al comparar DI tratados atenuados en colada automática, las unidades de colado sin calefaccionar pueden vaciarse y ser rellenadas con nuevo DI tratado con mínima dificultad. Sin

embargo, la mayor parte de los hornos de mantenimiento de DI tratado con descarga a presión, deberán mantener siempre un alto mínimo en la base. Ese taco mínimo dejado dentro del horno, al final de la semana, o durante una parada no programada de la línea de moldeo, requerirá una “refrescada o rejuvenecimiento” de magnesio.

Hay varios métodos que pueden utilizarse para aumentar o potenciar el contenido de magnesio en un hierro dúctil (DI) atenuado. Los tres métodos más comunes son:

- 1.) tratar el DI atenuado con un aleante ferrosilicio con alto magnesio como 9% Mg,
- 2.) tratar el DI con una aleación maestra Níquel-Magnesio (Ni-Mg), o,
- 3.) tratar el DI con una briqueta patentada al 10-15% hierro-magnesio (Fe-Mg).

El primero de los métodos comúnmente usados para aumentar los niveles de magnesio es utilizar un alto nivel de magnesio en una aleación maestra ferrosilicio al magnesio (MgFeSi). A menudo, los niveles de magnesio en estas aleaciones especiales estarán en el rango de 9 a 10%. Debe tenerse cuidado con estas aleaciones maestras de ferrosilicio ya que su densidad es considerablemente menor que las aleaciones más comúnmente utilizadas de 5% MgFeSi. La menor densidad de las aleaciones que tienen alto magnesio favorece la flotación de la aleación y una pobre recuperación de magnesio.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Carbono Total	3,37%	3,38%	3,42%
Silicio	2,45%	2,60%	2,89%
Carbono Equivalente	4,11	4,16	4,29
% Ferrita	95	95	80
% Perlita	5	5	20
Resistencia a la Tracción (psi)	63,500	67,300	76,200
Límite Elástico (psi)	44,800	48,900	59,600
Elongación %	23.9	18.5	18.5
Dureza Brinell (BHN)	152	156	179

Aunque usar una aleación maestra con alto MgFeSi va a incrementar los niveles de magnesio más que las aleaciones comunes de 5%, su uso dará por resultado un aumento indeseado de silicio. Se muestra en la tabla debajo un ejemplo de cómo afecta el silicio adicional las propiedades mecánicas de un hierro típico 60-40-20.

El aumento de 0,44% en el contenido de silicio aumenta la resistencia a la tracción 12700 psi (20%), mientras que disminuye la ductilidad o elongación en 5,4% (un 22,6%). Aunque no se muestra, cuando el contenido de silicio aumenta, aumenta la temperatura de transición de frágil a dúctil.

Una segunda manera utilizada para potenciar los niveles de magnesio en DI atenuado es utilizar una aleación maestra Níquel-Magnesio Ni-Mg. La mayor ventaja de utilizarla es que su densidad es mayor que la del hierro base y la aleación se sumergirá, optimizando la recuperación de magnesio. Mientras que las propiedades de

sumergibilidad de las aleaciones 5% Ni-Mg son bien conocidas, las aleaciones maestras de mayor grado de Mg (NiMg15%), no se hundirán y deben tomarse las precauciones para asegurarse que la aleación no flote. La desventaja de utilizar una aleación maestra Ni-Mg es doble: 1.) la presencia adicional de níquel podría o no ser un requerimiento de la composición química del grado de DI, y 2.) el alto costo de la aleación de Níquel.

Un abordaje más económico para robustecer el hierro dúctil atenuado en hornos de vertido a presión, así como también en cucharas no calefaccionadas consiste en utilizar una aleación maestra hierro-magnesio (Fe-Mg). Actualmente hay dos grados de aleaciones hierro-magnesio disponibles, una, grado 10% Fe-Mg junto a otra, grado 15% Fe-Mg. La mayor ventaja de estas aleaciones es el costo global de las unidades de magnesio en comparación

Continued on next page



Figura 1: Briquetas Nodu-Bloc

con el magnesio níquel. Además, estos productos son base hierro que encaja bien con el hierro dúctil tratado. No hay necesidad de agregar un aleante que no se necesita. La densidad de las aleaciones Fe-Mg son menores que las Ni-Mg y requiere un material de cobertura (como acero de cobertura u otra ferroaleación densa). Además de controlar los niveles de silicio, utilizar aleaciones Fe-Mg permite aumentar los niveles de piezas que vuelven a ser refundidas

al horno, a menudo dando por resultado ahorros significativos en la fusión.

ASI International, Ltd. desarrolló una nueva generación de aleantes Fe-Mg (Nodu-Bloc) destinados a los tratamientos de mejora de hierros dúctiles. Los aleantes Nodu-Bloc tienen ventajas significativas de costo en comparación con las aleaciones 9 a 10% MgFeSi o aleaciones maestras de Ni-Mg. Aunque en el pasado hubo

aditivos Fe-Mg compactados, la investigación conducida por ASI determinó que es preferible una buena relación de área superficial/volumen. El tamaño, forma y peso de las tabletas o briquetas de Nodu-Bloc se ha encontrado que maximiza la recuperación de magnesio con mínima pirotecnia, al usarse según las indicaciones.

Los aleantes Nodu-Bloc hierro-magnesio se fabrican utilizando técnicas bien desarrolladas de pulvimetalurgia. Se mezclan

cuidadosamente magnesio puro, polvo de hierro de alta-pureza y otros aditivos, y se los compacta bajo extremadamente alta presión. Como no se utiliza un horno fundidor para el proceso, los niveles de magnesio pueden controlarse de manera consistente en el rango de +/- 0,05 por ciento. Las briquetas Nodu-Bloc tienen forma de almohada, de color gris plateado, miden 2,0 pulgadas de largo, por 1,0 pulgada de ancho y aproximadamente 0,875 pulgadas de espesor, y pesa típicamente 65 gramos (vea Figura 1).

A la fecha, numerosas fundiciones han cambiado por Nodu-Bloc sus aleantes de alto 9% MgFeSi o Ni-Mg, como parte integral de su producción diaria. Nodu-Bloc se utiliza en varias configuraciones de cuchara, que van desde cucharas abiertas, el proceso sándwich o el proceso con cubierta tundish. Los resultados más favorables se obtienen con cucharas de proporción ancho/alto entre 1 y 2,5.

Muchas fundiciones realizan las adiciones a la cuchara de tratamiento en un orden específico. Típicamente, esto incluye "hacer un sándwich" con el Nodu-Bloc entra capas alternantes de ferrosilicio magnesio seguido de un agregado de 1% de acero de cobertura. En la mayoría de los casos, se utiliza una cantidad mucho menor de MgFeSi junto al agregado de Nodu-Bloc, aportando algunas unidades de silicio, pero en

un nivel significativamente menor. En todos los casos, el acero de cobertura se precisa para prevenir la flotación. La recuperación de Magnesio se encuentra típicamente entre el 50-75% según la temperatura del metal, velocidad de colado y cantidad de acero de cubierta.

Un caso de estudio real: fundición DI. Fundición DI funde en horno sin núcleo y utiliza 2 hornos a canal con vertido a presión para mantener y tratar varios grados de hierro dúctil para alimentar líneas automatizadas de moldeo. Cada inicio de semana incluye un taco de horno de 5 a 6 ton de hierro "atenuado" en cada horno de vertido a presión, que prácticamente no tiene magnesio remanente. A menudo estos tratamientos se llaman tratamientos de recuperación de Mg "superboost", la Fundición DI usa una o dos cucharas de 6.000 lb bien llenas (temperatura 1454oC-1482oC), que contiene un "sándwich" de aleantes y acero de cobertura para agregar suficiente Mg para reforzar el "alicaído" taco de metal en el fondo del horno de vertido a presión. Se utiliza la siguiente secuencia en el tratamiento "superboost":

- 45 lbs de MgFeSi,
- 30 lbs de 10%Mg Nodu-Bloc,
- 45 lbs de MgFeSi,
- 30 lbs de acero de cubierta seco y limpio en la capa final.

Para grados perlíticos, se agregan 6 lbs de cobre. Utilizando este procedimiento, el nivel de magnesio en el horno a presión se reacondiciona en 0,040 - 0,044% Mg.

También aparece la necesidad de utilizar estos resucitadores de Mg cuando se ha tenido una parada de tiempo significativo en la línea de moldeo, como cuando hay una falla mecánica. Sin embargo, la cantidad de diversos aleantes variará dependiendo en el contenido de magnesio residual en el horno. La Fundición DI ha utilizado este "superboost" por muchos años y ha podido tener rearranques de horno confiables de los hornos de vertido a presión durante los últimos 8 años. En el pasado, se usaba una aleación maestra de níquel magnesio, pero, no tenían requerimiento de

Níquel en sus grados de hierro dúctil. Esto resultó en un gran ahorro sin ninguna consecuencia negativa.

Durante los últimos doce años, ha venido incrementándose el uso de Nodu-Bloc y se espera que siga creciendo mientras las fundiciones sigan buscando métodos de ahorro para su producción. Nodu-Bloc permite un simple control del silicio final permitiendo que las fundiciones obtengan de manera económica buenas piezas fundidas con la composición química y las propiedades mecánicas deseadas.



Contacto:
ROD NARO
rod@asi-alloys.com

Encuentre Más.... Metales, Aleaciones & Fundentes



ASI
INTERNATIONAL

Fundentes para limpieza de horno eléctrico y cuchara, cobertores calientes y exotérmicos, fundentes para no-ferrosos, inoculantes y nodulizantes especializados...todo diseñado para reducir los costos de fusión.

- Redux EF40L & EF40LP Electric Furnace and Ladle Fluxes (U.S. Patent 7,618,473) - can double refractory life!
- Sphere-O-Dox High Performance Inoculants
- Nodu-Bloc Low Silicon Nodulizers

¡Aleaciones en toda cantidad!

www.asi-alloys.com

Call 216-391-9900