

Está invención se relaciona con un procedimiento para la obtención de agentes de tratamiento útiles en la producción de fundición nodular (denominada también "hierro dúctil" e "hierro SG") y con el procedimiento de nodularización en el transcurso de la producción de la fundición. Igualmente, se relaciona con la desoxidación de acero y desulfuración de hierro.

Las etapas esenciales en la producción de hierro dúctil a partir de un metal base de una composición aproximada a la fundición gris (carbono 3,5 a 4%, silicio 1,5 a 2,5%, azufre 0,03 a 0,15%) son, en secuencia, desulfuración, nodularización e inoculación. La nodularización se efectúa preferiblemente introduciendo magnesio en el hierro fundido.

El magnesio no se puede introducir en el hierro para la nodularización hasta que el contenido en azufre del hierro fundido se ha reducido a un valor por debajo de 0,01% aproximadamente, con preferencia por debajo de 0,005%, en cuyo momento la adición del magnesio se traduce en la acumulación de magnesio en el hierro hasta el nivel necesario para la producción de grafito esferoidal. En la práctica, la desulfuración se efectúa como una etapa separada antes de la nodularización. Agentes desulfurantes conocidos para esta finalidad, son carburo de calcio, carbonato de sodio y óxido de calcio. Después de la desulfuración, se separa la escoria que contiene azufre, encontrándose listo el hierro fundido para el tratamiento con magnesio para llevar a cabo la nodularización.

El magnesio es un elemento difícil de introducir en el hierro fundido para la nodularización puesto que, en su estado puro, tiene un punto de ebullición (1.070°C) bastante por debajo de la temperatura del hierro fundido, una baja solubilidad en hierro, una densidad mucho más baja que el

hierro (1,7 para el magnesio en comparación con más de 7 para la fundición) y una elevada tendencia a perderse como vapor de óxido de magnesio o de magnesio.

5. En los 30 años aproximadamente transcurridos desde la invención del hierro dúctil, se han sugerido distintos medios para resolver los problemas inherente en la introducción de magnesio en hierro para la nodularización. Algunos de estos medios más importantes son los siguientes:

10. 1.- Mediante el empleo de una instalación especial: por ejemplo, aplicando magnesio en forma de polvo o gránulos por inyección o combinando el magnesio con materiales inertes, tales como coque o esponja de hierro y sumergiendo estos productos en hierro fundido por medio de un inmersor especial, o empleando recipientes de tratamiento especiales en donde el
15. magnesio puro se introduce bajo una presión superior a la atmosférica.

20. 2.- Aleando el magnesio con un material más denso y vertiendo entonces el hierro fundido sobre la aleación así formada. Para esta finalidad, se ha utilizado tanto níquel como cobre, pero su empleo ha dejado de ser normal debido al costo y debido al efecto de su presencia sobre las propiedades metalúrgicas de la fundición. En su lugar se utiliza ahora popularmente como material más denso el ferrosilicio, por ejemplo, una
25. composición de ferrosilicio que contiene de 5 a 10% aproximadamente de magnesio. Sin embargo, el empleo de ferrosilicio posee severas desventajas puesto que la presencia de silicio, especialmente si se deja que alcance valores relativamente altos, puede causar problemas en las últimas etapas de fabricación de fundición. Por ejemplo, el contenido final en silicio en el hierro
30. nodular final deberá ser del orden de 2,5%, imponiendo esto cier

tas limitaciones en el contenido deseado en silicio en las primeras etapas de la fabricación. Si el nivel sube un mayor grado, puede ser necesario recurrir a una acción inmediata. En adición, la presencia de silicio puede dar lugar a la formación de escorias silíceas, las cuales deben ser eliminadas. Por otra parte

5. la reacción entre el magnesio de la composición de ferrosilicio y el hierro fundido puede ser violenta, incluso en la gama estrecha de 5 a 10% de contenido en magnesio.

La simple adición en cuchara, utilizando técnicas de sobre-colada o de emparedado, con 5 o 10% de ferrosilicio de magnesio (en la actualidad frecuentemente menos, níquel-magnésio) es el método más ampliamente utilizado para introducir magnesio en ausencia de una insalación especial.

10.

La inoculación es una parte extremadamente importante de la producción de hierro dúctil. En primer lugar, es necesario aumentar el número y mejorar la compacidad de los esferoides de grafito resultantes del tratamiento con magnesio y, en segundo lugar, evitar la aparición de inserciones metálicas (formación carburo de hierro) especialmente en secciones finas. De este modo, el inoculante debe añadirse después del tratamiento con magnesio y no antes, para que sea eficaz. Es esencial elegir un inoculante adecuado, pudiendose utilizar en general una aleación de ferro-silicio. Los artículos colados en sección fina, con bajo contenido en silicio y elevadas temperaturas de colada, requieren altos niveles de inoculación para evitar las inserciones metálicas y obtener una estructura grafitica satisfactoria. El método usual de adición consiste en añadir el inoculante a la corriente de hierro fundido durante la transferencia de la fundición fundida nodularizada a la cuchara de colada. Según otro procedimiento, denominado " inoculación en molde"

15.

20.

25.

30.

se asegura mecánicamente un agente inoculante al fondo del molde de colada y se vierte a continuación el hierro fundido. Con frecuencia lo anterior se lleva a la práctica como una inoculación adicional a una etapa de inoculación en la cuchara.

5. Se ha propuesto una variedad de composiciones conteniendo magnesio que pueden ser compactadas para formar artículos compactos para la nodularización. La Patente Alemana No. 1.302.000 describe el empleo de una briqueta que contiene de 7 a 25% de magnesio, siendo el resto hierro pulverizado y
10. aditivos opcionales; uno de los aditivos es carburo de calcio. Los compactos fabricados según las enseñanzas de esta Patente Alemana, incluyendo carburo de calcio, se deterioran tras la exposición a la atmósfera. La briqueta puede contener también óxido de bismuto y calcio. La Patente Alemana No. 1.758.468 y su equivalente
15. Británica No. 1.201.397, proponen un compacto que comprende de 4 a 40%, preferiblemente 5 a 25%, de magnesio, siendo el resto esponja de hierro, y con una densidad de 2 a 4 gm/cm³, preferiblemente 3 gm/cm³. Dichos compactos son de baja densidad y tienen a flotar en la parte superior del hierro fundido, conduciendo
20. a una recuperación de magnesio inaceptablemente baja, a menos que se emplee un aparato especial, por ejemplo una cuchara de inmersión, tal y como se menciona en dicha patente, o un inmersor que retiene en el fondo a los compactos.

- La Patente Británica No. 1.364.859 describe, para la desoxidación de acero, una briqueta de magnesio
25. y esponja de hierro, en forma de un bloque que pesa, por ejemplo, 1 kg; tales briquetas solamente se pueden usar de modo eficaz para la nodularización de fundiciones, en el caso de que se utilice una instalación para contrarrestar su tendencia a flotar sobre la fundición fundida. La Patente Británica No. 1.397.600 des
- 30.

cribe el empleo de briquetas de 5 a 7% de magnesio, 0,3 a 0,9% de cerio y el resto hierro, para la nodularización de fundición. Dichas briquetas han de ser mantenidas en el fondo de la cuchara para asegurar el efecto deseado, por ejemplo cubriéndolas con

5. una cantidad superior a su propio peso de piezas estampadas metálicas.

La Patente U.S.A. No. 1.922.037 describe briquetas de un metal reactivo tal como calcio o magnesio y de un metal relativamente menos reactivo tal como hierro. Dichas bri-

10. quetas son útiles para varias finalidades, aunque su empleo en la nodularización de fundición no es propuesto, ya que el hierro dúctil no había sido inventado en 1.930 cuando se planteó dicha

Patente. La Patente U.S.A. No. 3.459.541 describe briquetas de magnesio e hierro para la nodularización. Al objeto de asegurar

15. una nodularización eficaz, es necesario emplear instalaciones de inmersión u otros dispositivos especiales para mantener las briquetas en el metal fundido.

La Patente Británica No. 799.972 se relaciona con la nodularización por medio de un agente que se encuentra sumergido en el metal fundido. El agente comprende, en

20. peso, 17 a 50% de magnesio, 2,8 a 10% de calcio, al menos 35% de silicio y entre 0 y 30% de hierro. Esta Patente describe que a

25. condición de que la relación magnesio:calcio sea del orden de 5,7:1 a 9:1, el calcio reduce entonces la violencia de la reacción. Estos agentes son sumergidos en el metal fundido mediante un inmersor.

Por la solicitud de Patente Sueca publicada No. 241/70 se conoce el empleo, en la etapa de inoculación de la producción de fundición, de una composición inoculante que

30. comprende un agente inoculante y esponja de hierro particulada

compactados entre sí. El agente inoculante puede consistir en varios materiales, incluyéndolo, por ejemplo, una aleación de calcio-silicio-magnesio o una aleación de magnesio-hierro-silicio.

Los compactos se fabrican a presiones de 2 a 3 toneladas/cm y

5. la experiencia ha demostrado que tales compactos tienen una densidad de 3,8 a 4 gm/cm³. Con el fin de que estos compactos no floten sobre el hierro fundido, es normal asegurar mecánicamente los compactos de la composición inoculante dentro del molde, por ejemplo clavándolos en su sitio o soldándolos en el lugar correspondiente.
10. Esto permite la liberación del silicio para llevar a cabo la inoculación. Para la inoculación, dichos compactos se utilizan en proporciones de adición muy bajas con respecto al metal fundido.

15. Se ha descubierto ahora que es posible fabricar tabletas compactadas de magnesio, calcio e hierro, que se pueden utilizar en una técnica de "sobre-colada" para nodular fundición fundida, sin la necesidad de proporcionar instalaciones especiales para mantener las tabletas en el metal fundido. Al objeto de asegurar estas propiedades deseables, incluyéndose
20. una baja violencia de reacción y una alta recuperación de magnesio, la relación de magnesio a calcio debe estar comprendida dentro de una cierta gama, y la densidad de la tableta debe superar un valor mínimo. El contenido en calcio debe ajustarse con respecto al magnesio, de modo que esté presente suficiente cantidad
25. para moderar la violencia de la reacción del magnesio con el hierro fundido, pero deben tomarse las debidas precauciones para que no exista una cantidad demasiado alta de calcio ya que de lo contrario la tableta tendrá una densidad demasiado baja. Si la densidad es demasiado baja, en ausencia de un inmersor o similar,
30. las tabletas flotarán simplemente sobre el hierro fundido y el

magnesio se escapará como vapor y, en consecuencia, no ejercerá efecto nodularizante alguno.

- Según una primera característica de la presente invención, se proporciona un agente de tratamiento de
5. metal fundido, consistente en una mezcla compactada que comprende hierro particulado, magnesio y calcio, y en donde:
- (i) el contenido en magnesio es de 5 a 15% en peso aproximadamente, siendo el tamaño de partícula de todo el magnesio inferior a 0,7 mm;
10. (ii) la relación en peso de magnesio a calcio es de 1:1 a 8:1;
- (iii) el hierro tiene una pureza de al menos 95% en peso y un tamaño de partícula inferior, en su totalidad, a 0,5 mm; y
15. (iv) la mezcla está compactada a un cuerpo cuya densidad es de al menos 4,3 gm/cm³ aproximadamente.
- Dichos agentes son de un valor particular para la nodularización de fundición en un recipiente metalúrgico. Según una característica específica de la invención, se proporciona un método para la nodularización de fundición, que comprende
20. de situar en un recipiente metalúrgico por lo menos una tableta (normalmente varias) de un agente de tratamiento como el definido anteriormente, y colar fundición en el mismo.
- El agente de tratamiento se puede emplear
25. también para desulfurar hierro o para desoxidar acero, situando similarmente una cantidad adecuada sobre la base de un recipiente tal como una cuchara, y vertiendo el hierro o acero fundido sobre el agente de tratamiento. En las aplicaciones de desoxidación y de sulfuración, es preferible que la relación de magnesio a
30. calcio se encuentre en el límite inferior de la gama 1:1 a 8:1,

por ejemplo 1:1 a 3:1.

Al objeto de que la invención se pueda entender mejor, la misma se describirá a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los cuales:

5. La figura 1 es un gráfico que muestra la relación general existente entre el contenido en magnesio para tres proporciones diferentes de magnesio:calcio en un compacto y la violencia de la reacción con el metal fundido (medida en una escala arbitraria), y
10. la figura 2 es un gráfico idealizado que muestra la relación general existente entre la densidad del compacto y el contenido en magnesio para determinadas relaciones de magnesio:calcio, siendo iguales los otros factores, por ejemplo, ausencia de aditivos, presión de compactación y similares.
15. En la figura 1 puede observarse que con una relación infinitamente elevada de magnesio a calcio, es decir sin calcio, se puede emplear solamente un bajo contenido de magnesio (como máximo 8%) antes de que la violencia de la reacción llegue a ser intolerable. Con poco calcio, es decir una elevada relación de magnesio a calcio se puede incluir hasta 11% de
20. magnesio. Incluso se puede incluir más eligiendo una baja relación de magnesio a calcio, con lo cual se aumenta el efecto moderador del calcio sobre la violencia de la reacción. Sin embargo, a partir del gráfico de la figura 2 se puede observar que, al
25. aumentar el contenido en calcio, es decir al disminuir la relación de magnesio a calcio, se disminuye la densidad de la tableta y que, a menos de que se tomen las debidas precauciones, la densidad de la tableta descenderá por debajo del valor de $4,3 \text{ gm/cm}^3$, en cuyo caso la tableta no se puede utilizar en una técnica de
30. sobrecolada, debido a que tenderá a flotar a la superficie del

metal fundido antes de terminar el tratamiento. En la práctica, el límite superior obtenible para la densidad del agente de tratamiento, tiende a ser de 6,5 gm/cm³ aproximadamente.

- Por encima de una relación de magnesio a calcio de 8:1 existe poca moderación de la violencia de la reacción entre el magnesio y el hierro fundido. El límite superior para el calcio puede ser tan elevado como de 1:1, pero preferiblemente se utiliza menos, por ejemplo una relación de magnesio a calcio de 4,5:1 más preferiblemente 3,5:1 puesto que la presencia del calcio tiende a disminuir la densidad del compacto. Como se muestra en el gráfico, existe una relación inversa entre el contenido en magnesio y calcio dentro de la gama, ya que con menos magnesio puede estar presente más calcio.

- El contenido en magnesio puede ser de 5 a 15%, puesto que dentro de esta gama se reduce el riesgo de una reacción inaceptablemente violenta a partir de una tableta usada en una técnica de sobrecolada, en presencia de la proporción definida de calcio. Es impracticable el empleo de un contenido inferior de magnesio, pudiendo ser peligroso la utilización de un mayor contenido. El magnesio se puede derivar de cualquier fuente conveniente de magnesio metálico o aleación de magnesio, siendo de un tamaño de partícula inferior a 0,7 mm. La pureza del magnesio es con preferencia de al menos 99% siendo el tamaño de partícula del mismo más preferiblemente de 0,15 a 0,40 mm.

- El calcio se puede incorporar en cualquier forma conveniente, a condición de que no sea peligroso ni demasiado estable para ejercer un efecto sobre la violencia de la reacción. Preferiblemente, el calcio se introduce como una aleación, tal como siliciuro de calcio. A causa de la relación de magnesio:calcio, el contenido en silicio, incluso cuando se

introduce como siliciuro de calcio, raramente excederá de 10 a 15%, siendo esto ventajoso ya que cuanto mayor es la concentración de silicio mayor será el riesgo de efectos secundarios inde-
seados.

5. Se pueden emplear diversos tipos de polvo de hierro, por ejemplo polvo de esponja de hierro o polvo de acero. La pureza debe ser de al menos 95% y con preferencia de al menos 98% y tan cerca del 100% como sea posible, puesto que las impurezas, principalmente óxido de hierro y alúmina, afectan a la capacidad de compresión de la esponja de hierro y polvo de 10. acero y, por tanto, a la densidad obtenible del cuerpo compactado e igualmente a los valores de recuperación de magnesio.

- El peso de tabletas necesario para nodularizar el hierro satisfactoriamente dependerá de la composición del hierro y del contenido en magnesio de las tabletas, pero normalmente será del orden de 0,5 a 3% en peso, basado en el peso de hierro fundido a tratar. 15.

- Además del hierro, magnesio y calcio, las tabletas pueden contener también pequeñas cantidades de otros 20. elementos que normalmente se añaden al hierro fundido en la producción de hierro nodular. Ejemplos de tales elementos se incluyen los metales alcalinotérreos distintos al calcio, tierras raras y estaño . Estos elementos pueden estar presentes en las tabletas como aleaciones, por ejemplo aleaciones de Mg-Sn, Mg-Ba, 25. Mg-Ce, mischmetal de cerio o siliciuro de cerio, o en forma de sales . Las tabletas pueden contener también agentes inoculantes para fundición tal como carburo de silicio, bismuto, o agentes fundentes tales como fluoruro de magnesio o fluoruros de tierras raras. En cada caso, sin embargo, deben tomarse las debidas 30. precauciones para que la densidad de las tabletas no descienda por

debajo del valor mínimo. El empleo de aglutinantes no es necesario y debe evitarse.

5. Es conveniente incluir carbono en el agente de tratamiento, por ejemplo, en forma de grafito cristalino, carbono amorfo o residuos de electrodos de carbono molidos. La adición de hasta 5%, preferiblemente 2 a 4%, en peso de carbono mejora la capacidad de compactado de la mezcla y ayuda de este modo a conseguir la elevada densidad requerida. La incorporación de carbono facilita también la disgregación física del agente de tratamiento en el hierro fundido, al evitar la sinterización conjunta entre las partículas de polvo de hierro.

10. Las tabletas del agente de tratamiento se obtienen preferiblemente compactando una mezcla seca de los ingredientes, por ejemplo en una prensa de rodillos contra-rotativos, a una presión y temperatura adecuadas. Las tabletas pueden tener cualquier forma y tamaño convenientes, pero con preferencia tienen un volumen de 0,5 a 10 cm³ y preferentemente tienen una densidad aparente elevada.

15. En los ensayos de sobre-colada realizados en una fundición, se ha observado que, en comparación con la aleación de ferrosilicio de magnesio se produce menos escoria durante la nodularización al utilizar una tableta de la invención, una menor reducción de la temperatura del metal fundido, teniendo el hierro nodularizado una estructura metalúrgica mejorada.

20. Estas ventajas se pueden atribuir en parte al hecho de que debido a la utilización de una tableta conteniendo poco silicio, existe menos formación de escoria silicea y por consiguiente menos formación de escoria y debido a que el contenido en magnesio puede ser con seguridad elevado, se reduce la violencia de la reacción y se requieren menos tabletas, contribuyendo ambos fac-

25.

30.

tores a la tendencia de que la temperatura del metal fundido no se reduzca.

- Debe observarse que los agentes de tratamiento según la presente invención, pueden emplearse en las
5. instalaciones existentes, que comprenden aparatos tales como campanas de inmersión, para mantener hacia abajo el agente de tratamiento. Sin embargo, los agentes de tratamiento de la invención poseen la gran ventaja de que pueden usarse en técnicas de simple "sobrecolada" en donde el agente de tratamiento se coloca
10. simplemente sobre la base de un recipiente metalúrgico, tal como una cuchara o crisol, y la fundición o acero a tratar se vierte simplemente en el recipiente. Si se desea, y con el fin de evitar el desplazamiento demasiado violento del agente de tratamiento por la irrupción inicial de metal fundido, dicho agente se
15. puede cubrir, por ejemplo con una pieza estampada de hierro o acero. Sin embargo, a condición de que la densidad del agente sea de por lo menos 4,3, se ha encontrado que, tanto si se cubre o no el agente al comienzo de la colada, y aunque las tabletas o similares del agente de tratamiento floten eventualmente a la
20. parte superior, en el momento en que lo hacen, la reacción de magnesio se acaba, finalizándose la nodularización u otro tratamiento. A causa de que el agente de tratamiento de la invención tiene una densidad de al menos 4,3, el tiempo de residencia del agente de tratamiento en el metal fundido en la práctica es su-
25. ficiente para permitir que el contenido en magnesio se libere adecuadamente dentro del metal fundido, sin liberarse simplemente como magnesio o como vapor de óxido de magnesio en la superficie superior del metal fundido.

- Los siguientes ejemplos sirven para ilustrar la invención.
- 30.

EJEMPLO 1

Se preparan las siguientes composiciones en peso mezclando entre sí los componentes:

5. (A) (fuera del alcance de la invención)
Esponja de Hierro (tamaño de partícula inferior a 0,15 mm, contenido en hierro 98,5%) 92,5%
- Magnesio (tamaño de partícula inferior a 0,35 mm) 7,5%
10. (B) (Según la invención)
Esponja de Hierro (tamaño de partícula inferior a 0,15 mm, contenido en hierro 98,5%) 86,5%
- Magnesio (tamaño de partícula inferior a 0,35 mm) 7,5%
- Siliciuro de calcio (tamaño de partícula inferior a 0,5 mm) 6,0%

15. Las composiciones se conforman en briquetas en forma de almendra de un tamaño aproximado de 3 cm x 2 cm x 1,5 cm por medio de una máquina briqueteadora de rodillos contra-rotativos que funciona a una presión de 5 toneladas/cm.

20. Las briquetas formadas a partir de la composición A tienen una densidad de 5,80 gm/cm³ y las formadas a partir de la composición B tienen una densidad de 5,34 gm/cm³.

Las tabletas se ensayan como agentes nodularizantes para fundición, empleando el siguiente procedimiento:

25. Se funde hierro de base para la nodularización en un horno de inducción sin núcleo, de alta frecuencia, habiéndose elegido los materiales de carga para dar un análisis en fusión de 5,3% de carbono y 2,3% de silicio. El hierro fundido se sobrecalienta a 1.540°C y se sangra a una cuchara de tratamiento que contiene 2,45% en peso, con respecto al peso de hierro a tratar, de tabletas nodularizantes cubiertas con una capa

30. de 1,8% o 2,5% en peso, del peso de hierro, de piezas estampadas

de acero. Se llevan a cabo observaciones en relación con la violencia de reacción a medida que se desprende el magnesio de las tabletas.

5. El hierro se analiza antes y después del tratamiento, para determinar el contenido en magnesio residual y la recuperación del magnesio.

Los resultado de los ensayos se ofrecen a continuación.

	<u>Composición de Acero</u>	<u>Cubierta</u>	<u>Reacción</u>	<u>% Mg residual</u>	<u>% Recuperación Mg</u>
10.	A	1,8%	Violenta	0,045	24,5
	A	2,5%	Violenta	0,040	21,7
	B	1,8%	Suave	0,051	27,7
	B	2,5%	Suave	0,053	28,5

EJEMPLO 2

15. Se prepara la siguiente composición (fuera del alcance de la invención) mezclando entre sí los siguientes componentes (porcentaje en peso):

	(C)	Esponja de Hierro (tamaño de partícula inferior a 0,15 mm, contenido en hierro 87%)	86,5%
20.		Magnesio (tamaño de partícula inferior a 0,35 mm)	7,5%
		Siliciuro de calcio (tamaño de partícula inferior a 0,5 mm)	6,0%

25. La composición se conforma en briquetas empleando el método descrito en el ejemplo 1 y las briquetas resultantes se comparan con briquetas de la composición B del ejemplo 1, como agentes nodularizantes.

Las briquetas de la composición C tienen una densidad de $3,4 \text{ gm/cm}^3$ en comparación con una densidad de $5,34 \text{ gm/cm}^3$ para las briquetas de la composición B.

30. Cuando se utilizan para tratar hierro fun-

dido en la forma descrita en el ejemplo 1, las briquetas de la composición C flotan y reaccionan en la superficie del hierro fundido, siendo el contenido en magnesio residual del hierro de solamente 0,008%. En comparación, las briquetas de la composición

5. B se traducen en un contenido en magnesio residual del hierro de 0,051%.

EJEMPLO 3

Se prepara la siguiente composición en peso mezclando entre sí los componentes:

- | | | | |
|-----|-----|---|-------|
| 10. | (D) | Esponja de hierro (tamaño de partícula inferior a 0,15 mm, contenido en hierro 98,5%) | 66,5% |
| | | Polvo de fundición gris (tamaño de partícula inferior a 0,25 mm) | 20,0% |
| | | Magnesio (tamaño de partícula inferior a 0,35 mm) | 7,5% |
| 15. | | Siliciuro de calcio (tamaño de partícula inferior a 0,5 mm) | 6,0% |

La composición se conforma en briquetas empleando el método descrito en el ejemplo 1, teniendo las briquetas resultantes una densidad de 5,3 gm/cm³.

20. Las briquetas se emplearon para producir fundición modular por medio del procedimiento descrito en el ejemplo. La reacción, debido al desprendimiento de magnesio, fue suave y el contenido en magnesio residual del hierro fué de 0,026%.

EJEMPLO 4

25. Se prepara la siguiente composición mezclando entre sí los componentes (porcentaje en peso):

- | | | | |
|-----|-----|---|-------|
| 30. | (E) | Polvo de acero (tamaño de partícula inferior a 0,5 mm, contenido en hierro 99%) | 82,5% |
| | | Magnesio (tamaño de partícula inferior a 0,35 mm) | 10,0% |
| | | Siliciuro de calcio (tamaño de partícula inferior a 0,50mm) | 7,5% |

La composición se conforma en briquetas empleando el método descrito en el ejemplo 1, teniendo las briquetas resultantes una densidad de 4,9 gm/cm³.

5. Las briquetas se emplean para tratar 1500 kg de hierro fundido a 1520°C, con una proporción de adición de 1,3% en peso. Las briquetas se colocan en el fondo de una cuchara y se cubren con 1% en peso, con respecto al peso de hierro, de piezas estampadas de acero y se vierte entonces el hierro fundido en la cuchara. Se llevan a cabo 21 de tales tratamientos, siendo la recuperación media de magnesio de 24,5%.

EJEMPLO 5

Se preparan las siguientes composiciones en peso mezclando entre sí los componentes:

15.	(F)	Polvo de acero (tamaño de partícula inferior a 0,5 mm, contenido en hierro 99%)	90,0%
		Magnesio (tamaño de partícula inferior a 0,35 mm)	5,0%
		Siliciuro de calcio (tamaño de partícula inferior a 0,50 mm)	5,0%
20.	(G)	Polvo de acero (tamaño de partícula inferior a 0,5 mm, contenido en hierro 99%)	88,0%
		Magnesio (tamaño de partícula inferior a 0,35 mm)	5,0%
		Siliciuro de calcio (tamaño de partícula inferior a 0,50 mm)	5,0%
		Grafito cristalino	2,0%

25. La composición se conforma en briquetas empleando el método descrito en el ejemplo 1.

Las briquetas formadas a partir de la composición F tienen una densidad de 5,1 gm/cm³ y las formadas a partir de la composición G una densidad de 5,6 gm/cm³.

30. Las briquetas de cada una de las composi-

ciones se emplean para tratar 1.300 kg de hierro fundido a una temperatura de 1510°C, con una proporción de adición de 2% en peso. Las briquetas se colocan en el fondo de una cuchara y se cubren con 2% en peso del peso de hierro, de piezas estampadas de acero, vertiéndose entonces en la cuchara el hierro fundido. La composición F proporciona una recuperación de magnesio de 4,5% y la composición G proporciona una recuperación de magnesio de 41%.

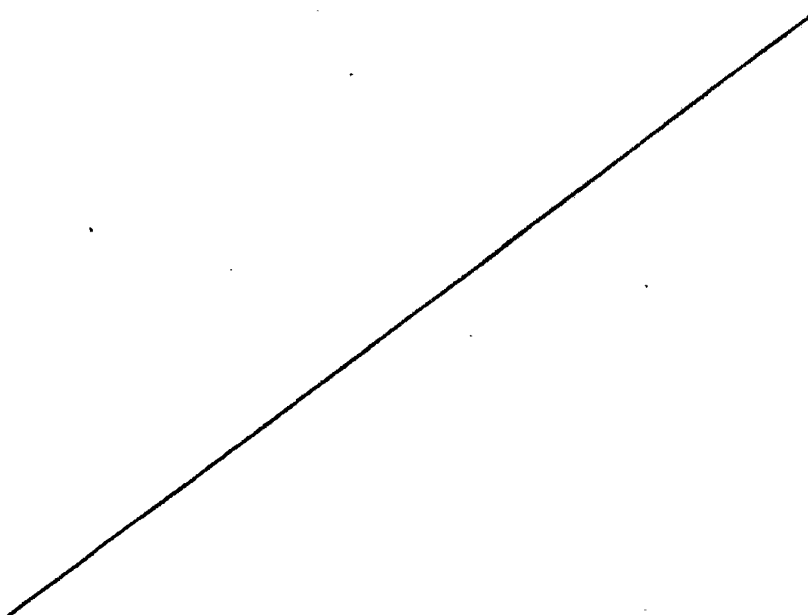
5.

EJEMPLOS 6 A 20

10.

Se preparan las siguientes formulaciones y se compactan en tabletas que tienen las densidades especificadas. En cada caso, la tableta compactada se emplea para nodularizar fundición, obteniéndose resultados satisfactorios sin reacciones violentas y con valores de recuperación de magnesio satisfactorios. En cada caso, los ingredientes tienen la pureza y el tamaño de partícula anteriormente indicados.

15.



Ejemplo	Densidad	Magnesio %	Siliciuro de calcio %	Relación Mg/Ca (aprox)	Hierro %	Carbono %
6	4,3	10	13,4	2,5 : 1	74,6	3,0
7	4,5	10	7,5	4,4 : 1	79,5	3,0
8	4,5	10	7,5	4,4 : 1	78,5	4,0
9	4,6	10	9,0	3,4 : 1	77,75	3,25
10	4,7	10	11,0	3,03: 1	77,0	2
11	4,8	10	7,5	4,4 : 1	80,5	2,5
12	4,8	10	7,5	4,4 : 1	80,5	2
13	4,9	7,5	5,6	4,46: 1	84,9	2
14	4,9	7,5	7,5	3,0 : 1	85,0	0
15	5,1	7,5	5,6	4,46: 1	84,9	2
16	5,2	7,5	5,6	4,46: 1	84,9	2
17	5,4	6,5	4,0	5,4 : 1	87,0	2,5
18	5,7	6,0	3,0	6,0 : 1	88,5	2,5
19	5,5	5,0	5,0	3,0 : 1	90,0	0
20	5,8	5,0	3,8	4,39: 1	89,2	2,0

EJEMPLOS 21 Y 22

Se llevan a cabo dos evaluaciones adicionales ensayando las tabletas preparadas según las siguientes condiciones.

5. 21) Contenido en magnesio 10%, contenido en siliciuro de calcio 7,5%, resto esponja de hierro pura, siendo la relación Mg:Ca de 4,4:1, compactándose la mezcla a una densidad de $4,1 \text{ gm/cm}^3$. En su empleo bajo condiciones de fundición la tableta flota en el hierro fundido a causa de la baja densidad, consiguiéndose una recuperación de sólo 7,5%. Esto es inaceptable.

10. 22) Contenido en magnesio 10%, contenido en siliciuro de calcio 4%, contenido en carbono 2%, resto esponja de hierro pura, siendo la relación Mg:Ca de 8,3:1 y compactándose la mezcla a una densidad de 5 gm/cm^3 . En su empleo, bajo condiciones de fundición, la reacción entre el magnesio y el metal fundido es inaceptablemente violenta, demostrando que el límite de la relación Mg:Ca es de 8:1 aproximadamente.

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.
- 20.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para el tratamiento de metal ferreo fundido con un compuesto conteniendo magnesio, tal como en la nodularización de hierro, en la desulfuración de hierro o en la desoxidación de acero; caracterizado porque comprende las etapas de:

(a) mezclar hierro en partículas, magnesio y calcio, bajo tales condiciones operativas que:

(1) el contenido en magnesio sea de 5 a 15% en peso;

(2) la relación en peso de magnesio a calcio sea del orden de 1:1 a 8:1, y

(3) el hierro tenga una pureza de al menos 95% en peso y un tamaño de partícula inferior en su totalidad a 0,5 mm;

(b) compactar la mezcla resultante a un cuerpo de manera que éste último tenga una densidad de por lo menos $4,3 \text{ g/cm}^3$; y

(c) colocar la mezcla compactada dentro de un cuerpo de metal ferreo fundido en un recipiente metalúrgico, situando la mezcla compactada en el recipiente antes o después de verter el metal en el recipiente, con lo cual se efectúa el tratamiento deseado por interacción entre los componentes del agente de tratamiento y el metal dentro del cuerpo de metal fundido.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la relación en peso de magnesio a calcio es de 4,5:1 a 1:1.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el magnesio es de un tamaño de partícula total inferior a 0,7 mm.

4.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el magnesio es

ba

de una pureza de por lo menos 99% en peso y la totalidad del tamaño de partícula es de 0,15 a 0,40 mm.

5 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el calcio se mezcla en forma de siliciuro de calcio.

6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el hierro se mezcla en forma de esponja de hierro o de polvo de acero con un tamaño de partícula total inferior a 0,2 mm.

10 7.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la mezcla se incorpora uno o más metales alcalino terrosos distintos al calcio, metales de tierras raras y estaño.

15 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la mezcla incluye hasta 5% en peso de carbono.

20 9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la mezcla se prensa para formar tabletas cada una de ellas con un volumen de 0,5 a 10 cm³.

10.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la cantidad de agente de tratamiento colocado en el recipiente es de 0,5 a 3% en peso del metal fundido a tratar.

25 11.- Procedimiento para el tratamiento de metal ferreo fundido con un compuesto conteniendo magnesio, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

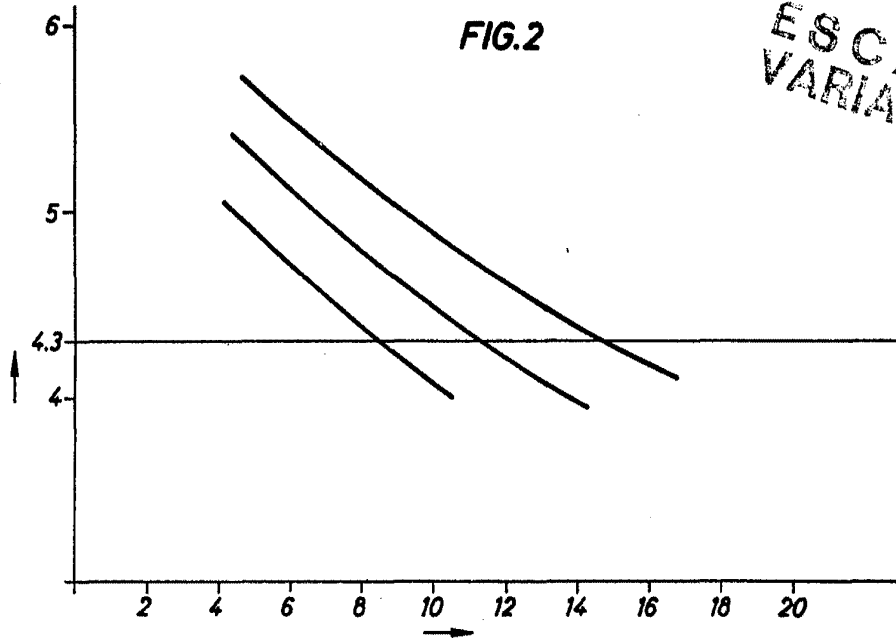
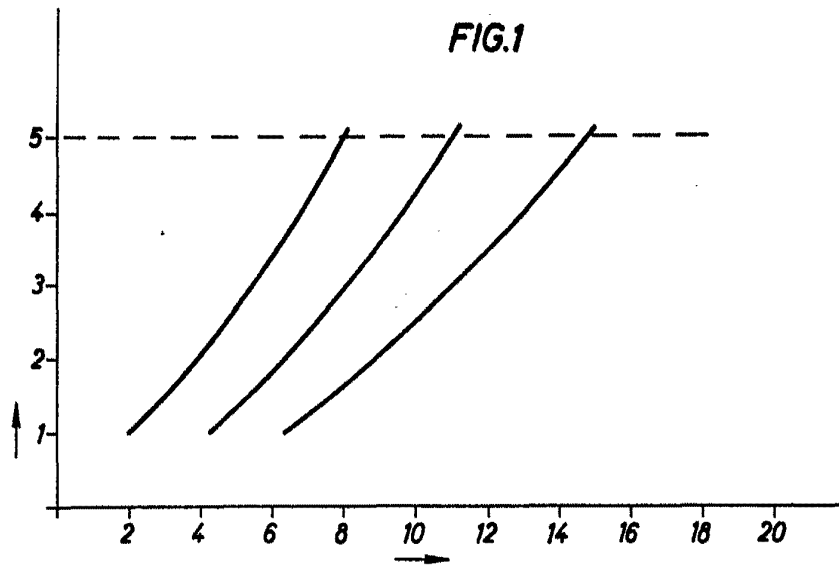
Esta Memoria consta de 22 hojas escritas a máquina por una sola cara.

15 JUN. 1979
Madrid,

FOSECO TRADING AG

J. M. GONZALEZ AGUIRRE
P. P.

129



ESCALA VARIABLE

RECORRIDO
0 000 1977
J. W. GONZALEZ AGUIRRE
C/ P. SERRANO 11, BARCELONA