



252344

PATENTE DE INVENCION

Your order Nº 2050.

## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"Procedimiento para obtener, de metales fundidos, lingotes y similares de estructura cristalina equiaxial".

=====

*Solicitante:* INCA STEEL COMPANY LIMITED, entidad británica, domiciliada en Magnum Works, Fomcett Street, Sheffield 4, Inglaterra.

=====

Este invento se refiere a la producción de lingotes, piezas fundidas y similares de metal y se relaciona especialmente con la producción de lingotes, piezas fundidas y artículos similares de condiciones físicas perfeccionadas.

5.

Es bien sabido que en el moldeo de metal fundido en un molde, y especialmente cuando el acero y sus



- aleaciones se moldean en moldes para lingotes, es posible que se presente la segregación (defecto de solidificación) alrededor del eje del lingote solidificado resultante. Esto se debe al hecho de que el metal fundido, en la región del eje mencionado, o sea cerca de la parte central del metal moldeado, es el último en solidificarse. En los aceros rápidos, por ejemplo, los cristales grandes y la segregación de carburos masivos, se presentan en el núcleo del lingote resultante y, consiguientemente, el metal del núcleo presenta una estructura indeseable. Esta segregación superior, ocurre en los aceros rápidos a causa de la tendencia de las adiciones de aleación (tungsteno, molibdeno y cromo) a formar carburos masivos durante la solidificación, especialmente cuando existe un porcentaje elevado de dichas adiciones de aleación, presentes en un acero de elevada proporción de carbono.
- 5.
- 10.
- 15.

- Se han hecho distintas propuestas para vencer este inconveniente en la fundición de lingotes, con la mira de reducir al mínimo los gradientes de temperatura a través de la sección del metal fundido, y de producir por este método una curva de temperatura de menor pendiente en todo el metal fundido, durante todo el período de refrigeración. Así, se ha propuesto caldear previamente los moldes y, en otra propuesta, llevar a cabo el enfriamiento rápido del metal fundido por enfriamiento del muelle, por ejemplo realizando la fundición en moldes o lingoteras de cobre, dotados de revestimientos con enfriamiento por agua.
- 20.
- 25.



Sin embargo, aun empleando estas técnicas, el enfriamiento del metal fundido se realiza en una dirección hacia el interior, desde el molde, o sea, desde la superficie exterior del metal fundido adyacente a la pared del molde, hacia el centro de la pieza fundida o lingote. Sea cual fuere la rapidez con que se realiza el enfriamiento, en el núcleo de la pieza fundida o lingote se encuentra siempre una concentración de carburos segregados. Debe observarse, sin embargo, que cuanto más rápido es el enfriamiento, tanto menor es el diámetro o dimensiones de la sección transversal del núcleo de cristales segregados.

Un objeto de este invento es proporcionar un método para la fundición de metales, especialmente aceros rápidos, que reduzca al mínimo o impida la presencia de las características indeseables antes citadas, y que, al mismo tiempo, produzca un lingote o pieza fundida de estructura equiaxial, y libre de cavidades de contracción. Las piezas fundidas, los lingotes y similares obtenidos por el método de este invento, tienen un grado muy elevado de homogeneidad y uniformidad de propiedades físicas, y los objetos en último grado producidos partiendo de dicho metal fundido son de estructura más uniforme y por tanto están menos expuestos a adolecer de puntos débiles y de faltas o defectos.

De acuerdo con este invento, se proporciona un método para obtener piezas fundidas, lingotes y similares, partiendo de material en fusión, que una



- vez solidificado, tenga una estructura de cristales equiaxiales, libre de segregación pronunciada, y que comprende el verter el metal fundido en un molde que, en esencia está constituido por una composición exotérmica, o que tiene un revestimiento en su interior constituido por una composición exotérmica, que se halla en contacto con el metal fundido y produce por su reacción exotérmica calor suficiente para impedir o evitar prácticamente el enfriamiento inicial del metal fundido y para retardar el enfriamiento del mismo.

- Se ha comprobado que evitando el enfriamiento inicial que normalmente se presenta cuando el metal fundido se pone en contacto con las paredes del molde, se evita toda tendencia a la formación de núcleos metálicos sólidos en las superficies de la pared del molde, que corrientemente inicia la cristalización en toda la masa del metal fundido, y el estado líquido se mantiene durante un período más prolongado. Esta conservación del estado líquido permite que toda la masa de metal se enfríe de modo prácticamente uniforme y proporcione al metal solidificado las características equiaxiales ventajosas antes mencionadas.

- El calor suministrado a las paredes del molde, ha de ser por lo menos suficiente para impedir por completo, o por lo menos casi enteramente, toda transmisión de calor desde el metal fundido al molde, en el período de la introducción del metal y durante un período prolongado posterior. Si la formación



incipiente de núcleos sólidos se desarrolla inicialmente, la conservación del suministro de calor vuelve a fundir los sólidos nucleares, con gran rapidez.

- De acuerdo con un tipo preferido de este
5. invento, el suministro de calor se proporciona por la colocación en las paredes del molde de una composición cuyos ingredientes reaccionan entre sí exotérmicamente cuando se eleva a la temperatura del metal fundido. Estas composiciones y otras que arden exotérmicamente, se denominan en este caso, en gracia a la brevedad, "composiciones exotérmicas", sencillamente. Estas composiciones exotérmicas pueden constituir todo el molde, pero, en general, se prefiere proporcionarla en forma de revestimiento de las paredes del mismo.
  10. En este caso, con objeto de reducir al mínimo la pérdida de calor de la composición exotérmica, por transmisión al molde, se prefiere que éste sea de un material térmicamente aislante, o que exista una capa de material aislante térmico entre la composición exotérmica y el molde.
  - 15.
  - 20.

- La composición exotérmica puede ser cualquiera de las conocidas para usarse en distintos elementos comunmente empleados en los moldes de lingotes y piezas fundidas. Las composiciones basadas en óxido metálico, por ejemplo óxido de hierro y un agente reductor, tal como aluminio, del tipo conocido como composiciones Thermit, son adecuadas pero son de acción vigorosa y se prefiere emplear una composición exotérmica de la naturaleza general de los tipos
- 25.



- conocidos con el nombre comercial de "Feedex". Estas composiciones pueden consistir esencialmente en un metal facilmente oxidable tal como aluminio, en forma de polvo, gránulos, recortes o similares, o en forma de polvo de molino de bolas, junto con uno o más
5. agentes de oxidación, tal como metal alcalino, nitratos y/o óxido de hierro o de manganeso. La cantidad de aceite oxidante puede ser por sí misma insuficiente para oxidar por completo todo el aluminio presente, y
10. puede añadirse una pequeña proporción de un fluoruro, por ejemplo de 0,1 á 15% en peso de la composición. Los fluoruros adecuados son los de metal alcalino, el fluoruro de sodio y aluminio, el fluoruro de potasio y aluminio, los silicofluoruros y los borofluoruros.
15. Estas composiciones contendrán, corrientemente, además, un material de relleno tal como arena o gravilla fina, y un agente de trabazón o aglomeración, tal como lejía de sulfito, goma arabiga o una arcilla. Estas composiciones arden para dejar un residuo coherente de
20. propiedades muy elevadas de aislamiento térmico.

Sin embargo, pueden emplearse otros tipos de composición exotérmica, por ejemplo los basados en material carbonoso tal como carbón de madera o cok, o arena impregnada con aceite, que arde en contacto con el metal fundido, al aplicar un gas que contenga oxígeno.

25.

Dado que muchos tipos de composición exotérmica producen gases (y algunos pueden precisar la inyección de gas que contenga oxígeno, tal como



aire, para poder arder libremente), es conveniente disponer pasos a través de los cuales el gas pueda escapar y/o inyectarse.

- De acuerdo con un procedimiento de aplicación de este invento, se utiliza un molde cuya pared o paredes están provistas de aberturas o pasos de ventilación; el molde se halla revestido con una capa de material refractario y térmicamente aislante, por ejemplo arena, cuyo espesor puede variarse de acuerdo con las condiciones precisas. Este revestimiento de arena tiene pasos transversales de aire que comunican con los pasos de ventilación de la pared del molde del lingote, o lingotera, así como con pasos verticales que se prolongan desde la base del revestimiento o cerca de ella, a su superficie superior. Sobre la cara del revestimiento de arena, existe otro revestimiento de composición exotérmica, con preferencia un material exotérmico que pueda apisonarse en posición; la capa de composición exotérmica constituye la verdadera cavidad de moldeo en cuyo interior se moldea el metal fundido. El revestimiento exotérmico, en lugar de prepararse "in situ" puede prepararse previamente, bien en forma de una sola pieza o por segmentos o secciones que se acoplan entre sí en el molde.
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.
  - 25.

Aunque generalmente las capas de arena y de material exotérmico se prepararán separadamente, pueden disponerse en forma de conjunto integral de capas múltiples, o pueden estar constituidas por

252344



5. secciones de estratos múltiples y segmentos; cada una de las secciones de estratos múltiples, comprenden una capa de composición exotérmica y una capa de arena, u otro material térmicamente aislante, acopladas y trabadas entre sí.
10. Cuando el metal fundido se moldea en el molde, hace arder el material exotérmico que rápidamente alcanza una temperatura elevada y, al hacerlo así proporciona calor suficiente al metal fundido y alrededor del mismo para impedir el enfriamiento inicial de éste, en las paredes del molde, y para retardar la solidificación del metal. Cuando el material exotérmico se ha quemado por completo, deja generalmente un residuo que actúa como un verdadero aislador caliente; dado que se mantiene caliente durante un largo período, únicamente permite un enfriamiento muy lento del metal fundido. El enfriamiento gradual, impide cualquier mayor segregación en el núcleo del lingote fundido resultante, y da origen a un cuerpo macizo de metal que tiene una estructura fina y equiaxial.
15. El espesor de las capas de composición exotérmica y de material aislante térmico, puede variar entre amplios límites, y los espesores dependerán, en cierto grado, de las propiedades de aislamiento térmico de la última capa. Así, con una capa térmicamente aislante, dotada de buenas propiedades de aislamiento, puede usarse una capa de composición exotérmica más delgada que cuando se emplea una capa
- 20.
- 25.



252344

- termicamente aislante en grado inferior. La consideración esencial, es que debe usarse composición exotérmica suficiente para proporcionar una capa de espesor y sensibilidad bastante para impedir el enfriamiento inicial del metal en contacto con la pared del molde, y un espesor combinado de composición exotérmica y material térmicamente aislante, para reducir el grado de transmisión de calor desde el metal al molde, a un nivel que impida el desarrollo normal de cristales columnares desde la pared del molde hacia el interior hasta el centro del metal moldeado.
- 5.
- 10.

- Para impedir la pérdida de calor desde la superficie superior del lingote o pieza fundida en preparación, es útil disponer una cubierta aislante, que puede ser una capa de material térmicamente aislante, o puede ser un compuesto exotérmico "anticavidades" del tipo corrientemente empleado en la técnica de la fundición. Este material se aplica a la superficie del metal inmediatamente después de verterlo por completo. Han resultado muy satisfactorios para este objeto, los productos basados en aluminio y agentes oxidantes y que, por tanto, reaccionan exotérmicamente.
- 15.
- 20.

- Aunque el fondo del molde puede estar constituido por arena solamente, que es suficiente para muchos fines, a veces resulta deseable cubrirlo con composiciones exotérmicas de un modo análogo al de las paredes del molde. Hay que cuidar de conseguir que cualquier composición exotérmica dispuesta en capa,
- 25.



5. esté bien sostenida por una capa posterior apreciable, dado que el peso de metal que ha de soportar, puede ser considerable. Cuando en el fondo del molde se dispone un revestimiento exotérmico, el espesor de la capa del fondo, por ejemplo de arena, ha de ser mayor que el de revestimiento de las paredes, para reducir las pérdidas de calor desde el fondo del metal que se moldea y para sostener el metal.

20. Es corrientemente conveniente, en la producción de cuerpos fundidos, conseguir un terminado superficial lo mejor posible, y especialmente cuando se moldean metales tales como aceros rápidos (en los que los costes de trabajo a máquina son muy elevados) constituye una necesidad económica una superficie de fundición buena. Consiguientemente, un artículo fundido, 15. obtenido con un terminado que permita emplearlo directamente o eliminar algunas de las ulteriores operaciones, usándolo en el estado en que sale del molde, resulta muy ventajoso.

20. Cuando el metal fundido forma contacto directo con la capa de composiciones exotérmica de las paredes del molde, el terminado superficial del lingote o pieza fundida resultante está condicionado por este material exotérmico, y en la práctica se comprueba que 25. la calidad del terminado superficial depende de la composición exotérmica especial usada. Así, los lingotes y piezas fundidas obtenidos vertiendo el metal en un molde revestido con una composición exotérmica, requieren generalmente una rectificación o esmerilado para



mejorar su terminado superficial.

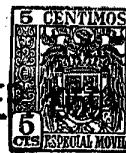
- De acuerdo con otro aspecto de este invento, cuando una capa de composición exotérmica cubre las paredes del molde, o la composición exotérmica constituye todo el molde, la superficie de la composición exotérmica que forma la cara interna del molde está a su vez provista de un delgado revestimiento superficial, impermeable al metal, para el contacto directo con el metal fundido.
5. Este revestimiento puede obtenerse pintando la superficie de la capa de composición exotérmica con materiales tales como mica, grafito o cemento en un soporte adecuado, por ejemplo una solución de una resina en un disolvente volátil; la resina actúa como agente de trabazón, o disponiendo primero un revestimiento de cualquiera de estos materiales, o de mica, grafito, cartón, papel, fibra de vidrio, polvo de silice o plancha delgada metálica o cualquier refractario adecuado, tratándose cualquiera de estos materiales con un retardor del fuego, si así se desea. Un revestimiento refractario especialmente bueno, puede obtenerse por "investment casting" por ejemplo fundición a la cera perdida o mercurio congelado, y el terminado ulterior obtenido en el metal fundido, al emplear un refractario de esta naturaleza para el revestimiento, es de elevada calidad. Un revestimiento obtenido por este método o por métodos análogos, tiene buena exactitud dimensional, un terminado superficial extremadamente bueno, y una gran resistencia al ataque por el
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.



metal fundido, de tal modo que el cuerpo de metal fundido que se obtiene, es ya de las dimensiones deseadas y puede usarse o trabajarse ulteriormente por una limpieza mínima.

5. Este revestimiento interior, obtenido por cualquier método, si se desea, puede prepararse primero y luego puede aplicarse la capa exotérmica moldeada a su alrededor, o puede aplicarse el revestimiento sobre la superficie de una capa de composición exotérmica
10. previamente preparada. Si el revestimiento se hace por "investment casting", el material exotérmico puede usarse como segundo material de "investment" después de haberse formado la primera capa.  

Cuando se emplea un revestimiento para mejorar
15. el terminado superficial, debe cuidarse de impedir que actúe como refrigerante cuando el metal entra en contacto con él. Para este objeto, es conveniente emplear, cuando este revestimiento está presente un material exotérmico que tenga una baja temperatura de ignición,
20. para que arda tan pronto como el metal forma contacto con el revestimiento interno. Puede hacerse que el material exotérmico arda previamente antes de que se vierta el metal, aunque esto no es lo generalmente preferido.
25. Aunque en lo anterior se hace referencia a moldes provistos de paredes con pasos o aberturas, debe tenerse presente que si las capas exotérmicas y de sostén están provistas de pasos verticales suficientes, no son necesarios los pasos a través del molde metálico.



El ejemplo siguiente servirá para aclarar este invento.

- EJEMPLO - Se utilizó un molde corriente para lingotes de sección transversal cuadrada, de aproximadamente 45cm<sup>2</sup> de sección transversal. Este molde se revistió con una capa de arena para proporcionar un taladro o paso de sección redonda de aproximadamente 115 mm. de diámetro. Esta capa estaba provista de gran número de pasos de ventilación verticales. La base del molde se revistió también con arena, siendo el espesor del revestimiento sobre la base varias veces mayor que el revestimiento de las paredes laterales. Las paredes de arena se cubrieron a continuación con una capa de composición exotérmica vendida con la marca comercial "Feedex", por ejemplo,

Aluminio	23	partes	en	peso
Oxido de hierro	5	"	"	"
Nitrato sódico	10	"	"	"
Fluoruro	3,5	"	"	"
Aglutinante	2	"	"	"
Carga refractaria	56,5	"	"	"

- El espesor de la capa de composición exotérmica era de 0,625 mm.

Se vertió en el molde preparado acero rápido y se colocó un compuesto anticavidades sobre la superficie del metal fundido.

- Después de dejar que el metal se solidificara, el lingote enfriado resultante, se retiró y se tomó de cada extremo una sección transversal. Estas dos secciones, examinadas al microscopio, acusaron una estructura fina, uniforme y equiaxial, libre de la



segregación mayor creciente en los dos centros; existían cristales de tamaño uniforme, bien dispersados y uniformemente distribuidos en toda la sección del lingote.

5. En una modificación del ejemplo anterior, la capa de composición exotérmica se formó, alrededor de un revestimiento refractario delgado obtenido por "Investment casting". Se comprobó que las superficies del lingote estaban muy perfeccionadas.
10. Aunque este invento es de valor especial en la producción de lingotes, debe tenerse presente que este procedimiento puede aplicarse a la producción de piezas fundidas metálicas de cualquier forma, cuando se precisa un producto de la estructura uniforme
15. indicada. Tiene especial importancia en la producción de aceros rápidos, pero puede usarse con metales de puntos de fusión variables y de composiciones químicas distintas, por ejemplo metales no ferrosos, tales como aluminio, cobre, níquel y similares y metales y
20. aleaciones ferrosos en general.

N O T A

25. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que los procedimientos anteriormente indicados son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una patente presentada en Inglaterra con fecha 2 de octubre de 1.958, nº 31.531, acogiéndose,



- por lo tanto a los beneficios que conceden los convenios internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "Procedimiento para obtener, de metales fundidos, lingotes y similares de estructura cristalina equiaxial"; caracterizándose por lo siguiente:
5. 1<sup>o</sup>.- Procedimiento para obtener, de metales fundidos, lingotes y similares de estructura equiaxial, caracterizado porque dichos lingotes o cuerpos están libres de segregación acentuada, y por comprender el verter el metal fundido en un molde a su vez constituido por una composición exotérmica, o que tiene un revestimiento en su interior formado por una composición exotérmica, que, en contacto con el metal fundido produce, por su reacción exotérmica, calor suficiente para impedir, total o parcialmente, el enfriamiento inicial del metal fundido, y para retardar el enfriamiento del metal.
10. 2<sup>o</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica forma un revestimiento para las paredes del molde y a su vez está reforzada por una capa de material térmicamente aislante.
15. 3<sup>o</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 2<sup>a</sup>, caracterizado porque los espesores combinados del revestimiento y del refuerzo son prácticamente suficientes para impedir el crecimiento de cristales columnares desde las paredes del molde.
- 20.
- 25.

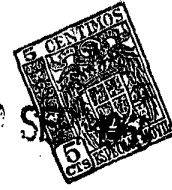


- 4<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 1<sup>a</sup>. 2<sup>a</sup> ó 3<sup>a</sup>, caracterizado porque la base del molde tiene un revestimiento de material térmicamente aislante.
5. 5<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 4<sup>a</sup>, caracterizado porque el material térmicamente aislante, es arena.
- 6<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> á 5<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica comprende aluminio y un agente oxidante para el mismo.
10. 7<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> á 5<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica, tiene una base de carbón.
15. 8<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> á 5<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica comprende un material refractario impregnado con aceite y se disponen medios para suministrar un gas que contenga aceite, a la mencionada composición.
20. 9<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> á 8<sup>a</sup>, caracterizado porque la superficie del metal fundido, después de verterse, se cubre con una capa de material térmicamente aislante y composición exotérmica.
25. 10<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las composiciones 1<sup>a</sup> á 9<sup>a</sup>, caracterizado porque el molde tiene sobre la superficie de la



composición exotérmica, un revestimiento de superficie metálica impermeable para comunicar suavidad al metal fundido.

5. 11<sup>o</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 10<sup>a</sup>, caracterizado porque el revestimiento superficial es de mica, grafito, cemento, cartón, papel, vidrio, fibra de vidrio, polvo de sílice o plancha metálica delgada, o material refractario adecuado.
10. 12<sup>o</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 10<sup>a</sup> u 11<sup>a</sup>, caracterizado porque el revestimiento superficial es una capa refractaria formada por el procedimiento de "investment".
15. 13<sup>o</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 1<sup>a</sup> á 12<sup>a</sup>, caracterizado porque el metal fundido es acero rápido.
20. 14<sup>o</sup>.- Procedimiento para obtener, de metales fundidos, lingotes y similares de estructura cristalina equiaxial, caracterizado por emplearse en el mismo un molde de composición exotérmica o revestido por lo menos en sus paredes verticales con composición exotérmica, y cuya base está formada o tiene un revestimiento interior de material exotérmico o aislante térmicamente.
25. 15<sup>o</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 14<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica constituye una capa de revestimiento en un molde y está reforzada con una capa de material térmicamente aislante.



5. 16<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 15<sup>a</sup>, caracterizado porque el revestimiento de composición exotérmica y el refuerzo térmicamente aislante se preparan previamente en forma de conjunto de capas múltiples.
10. 17<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en las reivindicaciones 14<sup>a</sup> á 16<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica comprende aluminio y un agente oxidante para el mismo.
15. 18<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 14<sup>a</sup> á 16<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica tiene una base de carbón.
20. 19<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 14<sup>a</sup> a 16<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica comprende un material refractario impregnado con aceite, y se disponen medios para suministrar a dicha composición un gas que contenga oxígeno.
25. 20<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en cualquiera de las reivindicaciones 14<sup>a</sup> a 19<sup>a</sup>, caracterizado porque la composición exotérmica tiene un revestimiento superficial liso e impermeable al metal.
25. 21<sup>a</sup>.- Procedimiento, según lo especificado en la reivindicación 20<sup>a</sup>. caracterizado porque el revestimiento superficial está constituido por mica, grafito, cemento, cartón, papel, vidrio, fibra de vidrio, polvo de sílice o plancha delgada de metal,

252344



u otro material refractario.

22º.- Procedimiento para obtener, de metales fundidos, lingotes y similares de estructura cristalina equiaxial; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria.

5.

Esta memoria consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

18 SEP. 1959

INCA STEEL COMPANY LIMITED.

J. GOMEZ AGERO Y MODEI  
P. P.