

Y/Ref: CB:G 207

O/Ref: OG. 17.072.-MI



24

PATENTE DE INVENCION **358476**

M E M O R I A D E S C R I P T I V A

S o b r e :

" PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA PRODUCCIÓN CONTINUA DE
ACERO LIQUIDO "

- - - - -

Solicitante: La Sociedad australiana: CONZINC RIOTINTO OF
AUSTRALIA LIMITED, domiciliada en 95, Collins
Street, MELBOURNE, Australia.

- - - - -

Inventores: Don Howard Knox Worner, y
Don Ronald Siddons.

- - - - -



Esta invención se relaciona con la producción continua de acero líquido de composición y temperatura adecuadas para su fundición continua en formas sólidas.

5. La invención permite la producción de acero sin necesidad de usar altos hornos de elevado costo con sus asociadas plantas de producción de coque y de tobas o pastillas de óxido. La invención es de particular interés y de mayor atractivo económico en las zonas donde la energía eléctrica es relativamente económica. Los costos de inversión de las 10. unidades de tratamiento es considerablemente menor que el de las convencionales plantas de producción de hierro y acero de comparable capacidad y, si se dispone de energía eléctrica de costo reducido, los costos de explotación son también notablemente inferiores.

15. En consecuencia, en una forma general, la invención proporciona un procedimiento de fundición y refinado continuos, en el que se introducen de manera continua minerales óxidos precalentados y prerreducidos, en forma aglomerada o desmenuzada, en la zona de arco de un horno eléctrico, caracterizándose porque la fundición y el refinado se 20. efectúan en zonas separadas, pero interconectadas, de fusión-fundición, refinado y sedimentación de escorias, en un sólo horno.

25. Preferiblemente, se producen y mantienen una turbulencia y circulación en el baño de la zona de fusión-fundición y el metal licuado fluye continuamente desde la citada zona de fusión-fundición a la zona de refinado.

30. En una forma preferida, la invención proporciona un procedimiento continuo de fusión y fundición de mineral de hierro en un horno que comprende un recipiente de fusión-



- fundición por arco provisto de una zona de arco, una zona de refinado solidaria o conectada al recipiente de fundición por arco y una o más zonas de separación de escorias solidarias o conectadas al recipiente de fusión-fundición por arco, caracterizado por la introducción de mineral de hierro prerreducido, en forma aglomerada o desmenuzada y a una temperatura de 400 a 1250°C, preferiblemente de 850 a 1100°C, en la zona de arco del horno eléctrico, para producir un semiacero dotado de 0,5 al 4% de carbono y de no más del 1% de silicio, la agitación y circulación continuas del metal en el recipiente, el refinado continuo de este metal a acero mediante la inyección de un gas que contiene oxígeno y de fundentes básicos en aquél mientras fluye a través del ramal de refinado, la circulación de la escoria a contracorriente respecto al metal durante parte por lo menos de la longitud del ramal de refinado, el mantenimiento de una relativa calma en la zona o zonas de separación de escorias y la retirada de escoria por uno o más ojos de colada después de pasar a través de un número correspondiente de zonas de separación de escorias.

- La invención, en otra forma preferida, proporciona un adecuado aparato para realizar el citado método y en el que se introducen aglomerados ricos en hierro prerreducidos y calientes, de manera continua, a través de un vertedor inclinado u otro medio adecuado, en la zona de arco de un horno eléctrico provisto de una zona alargado de refinado, solidaria o conectada, en la que al semiacero producido en el recipiente de fundición por arco es continuamente refinado a acero mediante la acción combinada de la proyección de gases que contienen oxígeno y la adición de fundentes básicos.



cos. El acero refinado puede ser luego continuamente desoxidado o preparado de otro modo para su fundición continua, en una prolongación del ramal de refinado o en un recipiente separado, mediante la adición continua al metal fluyente de

5. aditivos adecuados.

La invención difiere de los procedimientos consagrados de producción de acero no sólo en lo que respecta al procedimiento y aparatos empleados, sino también en cuanto a que la fuente de suministro de materiales metálicos al proceso consiste en pastillas de mineral de hierro prerreducido o mineral de hierro en terrones prerreducido, ambos en condición caliente y usados directamente desde la planta de prerreducción o después de una operación de recalentamiento y a una temperatura del orden de 400 a 1250°C y preferiblemente de 850 a 1100°C. La elevada temperatura de la alimentación

10. metálica tiene por resultado unas considerables economías de energía eléctrica.

15.

Debido al emplazamiento de la alimentación, a la continuidad de introducción y a la naturaleza precalentada del material de alimentación, la fundición es extremadamente rápida. La circulación del material metálico en el horno de fundición eléctrica continua puede conseguirse mediante bobinas agitadoras por inducción eléctrica situadas debajo del recipiente, o por otros medios. Es deseable conseguir una

20. sustancial homogeneidad en el metal líquido que sale del recipiente de fusión-fundición.

25.

Se ha comprobado la conveniencia de que los aglomerados de mineral de hierro prerreducido contengan carbono residual en la proporción del 2,5 al 6%; este contenido en

30. carbono residual facilita las reacciones de fundición, redu-



ce las necesidades de calor y energía para el proceso y ayuda también a mantener el nivel óptimo de carbono en el baño para la etapa de separación de azufre del refinado. Si el mineral en terrones o aglomerados prerreducidos no contiene

5. carbono en la proporción requerida, puede añadirse con la alimentación ferruginosa carbono adicional en forma de pequeños terrones de carbón de leña o negro animal, carbón mineral, coque o grafito.

- Una composición preferida del metal o semiacero caliente en el recipiente de fundición es la del 1,5 al 2,5% de carbono y del 0,1 al 0,5% de silicio, pero en circunstancias particulares, pueden mantenerse otras composiciones.
- 10.

- Un medio para facilitar el mantenimiento de los adecuados niveles de carbono y silicio en el recipiente de fusión-fundición por arco consiste en admitir en el recipiente, directamente o a través de una cámara de separación de escoria conectada a aquél, una corriente firme de hierro crudo fundido, tal como el que puede producirse convenientemente empleando un cubilote de alto horno para fundir residuos producidos en la planta. Tal metal contiene normalmente del 3 al 4,5% de carbono y del 1 al 2% de silicio.
- 15.
- 20.

- La temperatura preferida para el metal en el recipiente de fusión-fundición por arco es del orden de 1420 a 1500°C, pero pueden emplearse temperaturas que caigan fuera de estos límites para adaptarse a particulares objetivos prácticos.
- 25.

- El flujo del metal desde el recipiente de fusión-fundición hasta la cámara o ramal de refinado se efectúa por gravedad y el ritmo de flujo es función del ritmo de alimentación de material prerreducido y del ritmo de fusión,
- 30.



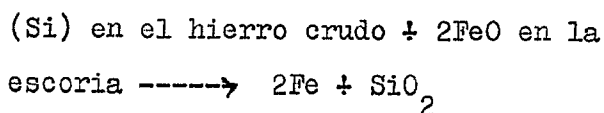
que a su vez está relacionado con la entrada de energía en el recipiente; estos ritmos son de fácil control.

5. La escoria se separa continuamente del horno a través de una o más cámaras de separación de la misma, que conectan con el horno propiamente dicho y están preferiblemente construídas con un hogar inclinado hacia atrás, desde cerca de un ojo de colada del tipo de labio en cada cámara, hasta el horno propiamente dicho. De esta manera, el metal en forma de perdigones que se sedimenta desde la escoria en lento desplazamiento en la cámara de separación de aquélla, en relativa calma, puede refluir por gravedad para unirse de nuevo a la corriente metálica principal. Esto constituye una característica de la invención que contribuye a unas reducidas pérdidas de hierro en la escoria.
10. Otro aspecto de la invención que facilita la reducción de las pérdidas de hierro en la escoria es la práctica del flujo a contracorriente de la escoria respecto al metal en el ramal de refinado. Cuando se hace refluir la escoria sobre el metal caliente que contiene el 1,5% o más de carbono y un poco de silicio, aquélla es denudada de parte de su hierro disuelto mediante una reacción del siguiente tipo:
20. $(FeO) \text{ en la escoria} + (C) \text{ en el metal} \text{ ----} \rightarrow Fe + CO$
25. En una forma de la invención, la escoria puede hacerse fluir a contracorriente respecto al metal no sólo en la mayor parte de la longitud del ramal alargado de refinado, sino también a través del propio recipiente de fusión-fundición por arco y retirarse finalmente de una zona o cámara de separación de escoria más o menos opuesta al ramal de refinado.
- 30.

La reducción del contenido en FeO de la escoria



- puede acentuarse más aún si se introduce hierro crudo fundido en el recipiente de fusión-fundición por arco a través de una cámara de separación de escoria conectada a aquél y si se hace fluir en general a contracorriente respecto a la
5. escoria que fluye hacia el exterior. La reacción anteriormente señalada representa el tipo de reacción que tiene lugar entre el carbono del hierro crudo que fluye hacia el interior y el FeO de la escoria que sale al exterior. Además, parte del silicio contenido en el hierro crudo fundido
10. reaccionará de acuerdo con la siguiente ecuación:



- La sílice formada entrará inmediatamente en la fase de escoria.
15. Respecto al ramal de refinado, es necesario un control de la composición de la escoria para dar un carácter óptimo a las condiciones del refinado. La separación de azufre y fósforo se acentúa mediante el uso de escorias altamente básicas, pero en tanto que el azufre se separa
20. mejor cuanto el contenido en carbono del metal es relativamente elevado y la actividad del oxígeno en el metal y la escoria es baja, la transferencia del fósforo a la escoria tiene lugar mucho más fácilmente cuando la actividad del oxígeno, tanto en el metal como en la escoria, es relativamente elevada.
25. La práctica del flujo de escoria a contracorriente proporciona unas condiciones favorables para la efectiva separación de azufre y fósforo de la corriente metálica progresivamente (o sucesivamente) lanceada con oxígeno.
30. La escoria a contracorriente, al ser continuamen-



te generada por inyección de cal (y posiblemente otros fundentes, como el espato flúor) en el extremo de salida del metal o cerca de él, es en esa etapa altamente básica y al mismo tiempo altamente oxidada (virtualmente una ferrita cálcica líquida). No se le permite escapar con el metal, de manera que ha de fluir a contracorriente respecto al acero y, al hacerlo, arrastra consigo el fósforo y azufre que está extrayendo continua y progresivamente del metal.

10. En una forma de la invención, se consigue el flujo a contracorriente de la escoria respecto al metal en toda la longitud del ramal de refinado y la escoria fluye al interior y a través del recipiente de fusión-fundición por arco para ser finalmente retirada de una cámara de separación de la misma, más o menos opuesta al ramal de refinado.

15. En otra forma de la invención, se generan dos escorias separadas en el ramal de refinado, dividiendo ambas zonas un deflector de escoria. Las condiciones en la primera zona, que se extiende sobre la región en que el contenido en carbono del metal es todavía relativamente elevado (por ejemplo superior al 1%) y la actividad del oxígeno es baja, son favorables para la separación del silicio y azufre. Las condiciones en la segunda zona, que se extiende sobre la región en que la actividad del oxígeno sobre el metal y la escoria es creciente, son favorables para la separación de fósforo y más azufre, particularmente si la escoria fluye a contracorriente respecto al metal en dicha zona. En esta forma de la invención, habrá por lo menos dos puntos de separación de escoria en el ramal de refinado, pudiendo haber un tercer punto de tal separación en el propio recipiente de fusión-fundición por arco.

20.

25.

30.



- En otra forma de la invención, se crean dos zonas de refinado distintas dentro del ramal de refinado, pero preferiblemente con sólo una retirada de escoria a través de una sola cámara de separación de la misma. Esta forma
5. utiliza uno de los métodos cubiertos en la Patente estadounidense nº 3.326.672, a nombre de la solicitante, así como de ulteriores mejoras que se han efectuado en el refinado de hierro crudo. Estas mejoras comprenden la provisión de por lo menos dos zonas de refinado en un baño fundido y lanceado, en continuo flujo, en la primera de las
 10. cuales la escoria fluye generalmente en el mismo sentido que el metal, y en cuya segunda zona la escoria fluye generalmente a contracorriente respecto al metal. Se establecen unas penínsulas desviadoras en el horno y/o unos grupos
 15. de chorros para facilitar el flujo de la escoria. En la primera zona, en la que predominan la extracción de silicio y azufre, la escoria fluye en general en igual dirección que el semiacero, mientras que en la segunda zona de refinado, en la que domina la extracción de carbono y fósforo, la
 20. escoria fluye en sentido contrario al metal.

- En todas las formas de la invención, el refinado respecto al silicio, azufre, carbono y fósforo, va preferiblemente seguido de una desoxidación continua y un ajuste de temperatura antes del paso al recipiente de vertido de
25. una planta de fundición continua. Esto se efectúa convenientemente en una prolongación del ramal de refinado o en una cámara o recipiente separado. Los aditivos agregados en esta última cámara pueden ser materiales tales como ferro-silicio o ferro-manganeso finamente triturados y perdigones de aluminio,
 30. todo ello a efectos de desoxidación, o pueden consistir



en adiciones aleadoras menores.

- Si la temperatura del acero desoxidado es demasiado elevada, pueden añadirse por gravedad refrigerantes en forma de desechos en trozos pequeños o pastillas totalmente metalizadas o bien mineral reducido en forma de terrones o finos de bajo contenido en ganga, que también pueden inyectarse en el baño metálico. En el caso en que se usen pastillas o mineral reducidos como refrigerante, se requerirán ordinariamente pequeñas cantidades adicionales de cal y/o dolomita para fundir el contenido en ganga, y en este caso deberán disponerse medios para retirar la cantidad relativamente pequeña de ganga, intermitentemente o de manera continua, dependiendo de la cantidad de ganga generada. Cuando se ha conseguido ya el refinado de azufre y fósforo, no será generalmente necesario usar gangas altamente básicas en la cámara de desoxidación y ajuste de temperatura. Pueden emplearse materiales refractarios adecuados para la escoria producida. La temperatura del acero líquido que sale de esta etapa final de desoxidación y ajuste de temperatura es continuamente medida y usada para controlar el ritmo de adición de refrigerante.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- El metal líquido, ahora de composición y temperaturas correctas, fluye al exterior del horno a través de un adecuado sistema de represa y vertedor y fluye a un recipiente de contención inclinable o directamente al recipiente de vertido receptor del sistema de fundición continua, en el que el acero es continuamente convertido en formas sólidas.
- 25.

- La invención se comprenderá mejor con referencia a los dibujos de las Figuras 1 a 5, que muestran esquemáticamente algunas de las posibles versiones de la invención.
- 30.



Las Figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente en vistas en planta seccionada y en alzado, respectivamente, una forma de la invención en la que se efectúa un flujo de la escoria totalmente a contracorriente respecto al metal y la única salida de la escoria principal se efectúa a través de una cámara de separación de aquella, opuesta al ramal de refinado.

El horno consta de un recipiente de fusión-fundición por arco de forma generalmente circular 6, con un fondo refractario 7 y un techo refractario 8. Los electrodos 9 penetran en el horno a través del techo, como en los hornos de arco convencionales. La alimentación ferruginosa caliente 10 entra en el horno en las proximidades de la zona de arco, como por ejemplo por el centro del techo, en 11, pudiendo entrar también el material de alimentación a través del techo cerca de los electrodos, generalmente entre éstos y las paredes del horno. En la base de la zona de arco y separados por una chapa de acero inoxidable austenítico 12, hay unos agitadores por inducción 13 a frecuencia muy baja, del tipo creado por la forma sueca A.S.E.A. Ltd. La prolongación alargada 14 representa el ramal de refinado, mientras que la prolongación 15 representa la cámara de separación de escoria. Unas lanzas 16 proyectan un gas que contiene oxígeno al interior de la zona de refinado y estarán preferiblemente en disposición angular a fin de facilitar el flujo a contracorriente de la escoria 18 respecto al metal 17. Junto con el gas que contiene oxígeno, inyectado a través de la lanza 16', se introducen también materiales fundentes básicos, por ejemplo, cal pulverizada y espato flúor. Estos se agitan en la escoria o metal mediante la



vigorosa turbulencia generada por el lanceado.

El acero refinado 19 es retirado del horno a través del ojo de colada 20 y la escoria se retira del otro extremo del horno a través del ojo de colada 21. Un puente de escoria 22 situado en el extremo del ramal de refinado 14 impide la salida de escoria con el acero refinado. Este puede fluir a una cámara de desoxidación separada 23, a la que pueden añadirse adecuados desoxidantes a través de una tolva-abertura 24. Cualquier cantidad pequeña de escoria formada como resultado de la desoxidación puede retirarse por un ojo de colada auxiliar 23'. La cámara de desoxidación 23 puede presentar también la forma de un aparato desgasificador, tal como el cubierto por nuestra Patente australiana nº 279.591, o bien la forma de un globo de vidrio fácilmente desmontable o de una configuración fija con ramales de entrada y salida barométricas, empleando estos dos últimos tipos una agitación por inducción del metal durante la desgastificación/desoxidación.

En las figuras 1 y 2 se muestran dos salidas para gas 25 y 26; la primera en el extremo de la cámara 15 de separación de escoria y la otra en el extremo del ramal de refinado 14 adyacente al recipiente de fusión-fundición. La escoria producida en la planta puede añadirse al horno de dos maneras:

(a) Como material desmenuzado, por ejemplo picado, a través de aberturas situadas en adecuadas posiciones en las paredes para reducir la erosión del material refractario, ó

(b) como corriente de hierro crudo o semiacero fundido, introducido por una reguera 27, por ejemplo, jun-



to a la unión de la cámara de separación de escoria con el recipiente de fusión-fundición por arco y en una dirección tal que facilite la forma de flujo en el baño metálico.

- Las preferidas pendientes y profundidades de los hogares del horno son como se muestran en la sección transversal vertical de la figura 2, con el hogar de la cámara 15 de separación de escoria inclinado en general hacia atrás desde el nivel del ojo de colada 21, al objeto de llevar al recipiente de fusión-fundición cualquier metal que se sedimente en la cámara 15 de separación de escoria. Es deseable que haya una salida auxiliar para metal destinada al drenaje del horno al final de una campaña, cuya salida puede situarse en cualquier posición conveniente, por ejemplo en el punto 28.
15. La Figura 3 muestra esquemáticamente, con vista en planta seccionada, una forma de la invención en la que hay un flujo de escoria en sentido igual y contrario a la corriente del metal en el ramal de refinado.
- En esta versión particular de la invención, la cámara 29 de separación de escoria está conectada a la cámara 14 de refinado principal junto a su punto de unión con el recipiente de fusión-fundición. La lanza 16a presenta un ángulo tal que facilite en general el flujo de la escoria en la misma dirección del metal y la lanza 16b tiene un ángulo tal que facilita el flujo de la escoria que se desplaza a contracorriente respecto al metal. Ambos chorros desplazan a la escoria en la dirección general de la cámara de separación de la misma. La cámara de desoxidación 23 es solidaria de la cámara de refinado 14. Se impide el flujo de la escoria con el acero desde la cámara de refinado 14
- 20.
- 25.
- 30.



a la cámara de desoxidación 23 mediante un puente de escoria 30 refrigerado con flúido. Sólo se dispone una salida de gas 31 situada en la cámara de separación de escoria o cerca de ella.

5. Las Figuras 4 y 5 muestran esquemáticamente en alzado y en planta, respectivamente, otra forma de la invención en la que hay dos zonas en el ramal de refinado, 32, y 33 respectivamente, cada una de ellas con flujo de escoria a contracorriente y cada una con un ramal 34 y 35 de separación de escoria, respectivamente, y unos ojos de colada 36 y 37, respectivamente, para la retirada de la escoria de ellos. Se disponen unos deflectores 38, 39 y 40 refrigerados con flúido y unos puentes 41, también refrigerados con flúido, para dividir las distintas zonas.

15.

EJEMPLO

- El considerable potencial metalúrgico de esta invención se demostró en una serie de ensayos en una pequeña planta piloto situada en Cockle Creek, Nueva Gales del Sur (Australia), utilizando un horno que incorporaba las características generales esquemáticamente mostradas en la figura 3. El ramal 29 de sedimentación de escoria estaba conectado al ramal de refinado 14 junto a la unión de éste último con la cámara o zona 6 de fusión-fundición por arco.

20.

- Como se indica anteriormente, esta versión particular de la invención implica un flujo a igual corriente de la escoria con semiacero desde la cámara de fusión-fundición hasta el extremo del ramal de sedimentación de escoria y un flujo a contracorriente de la escoria respecto al acero en el propio ramal de refinado. Las dos escorias se unen y

25.



mezclan a la entrada del ramal de sedimentación de escoria y fluyen como una sola al exterior por el extremo de salida de este ramal.

5. La zona de fusión-fundición y el ramal de refinado del horno estaban revestidos con ladrillos de MgO de elevada calidad y el ramal de sedimentación de escoria estaba revestido de un material de relleno básico, también rico en MgO.

10. Para reducir la erosión de los ladrillos básicos en prolongadas y continuas campañas de fusión-refinado, se incorporó un canal refrigerado con aire en la cápsula del horno en la línea de la escoria y en toda la distancia alrededor de la cámara de fusión-fundición y del ramal de refinado. También se redujo al mínimo la erosión por la escoria
15. en la cámara de fusión-fundición mediante carga periódica de desechos de acero desmenuzados y fríos, añadiéndose una mezcla de negro animal y ferro-silicio alrededor de las paredes y particularmente en las zonas en que era mayor el destello de calor de los arcos.

20. La principal alimentación a la zona de fusión-fundición consistió en pastillas metalizadas calentadas al rojo blanco y producidas en un horno giratorio (no mostrado en los esquemas), que se dejaron caer a través de un vertedor inclinado y refractario 11 por una abertura central
25. directamente en la zona de arco caliente del horno. Las pastillas se introdujeron a la mayor temperatura posible, ordinariamente del orden de 1000 a 1100°C, economizándose así mucha energía eléctrica que de lo contrario se hubiese necesitado para transferir una cantidad equivalente de calor
30. desde los arcos. El ahorro de energía fué del orden del 20%.



Se ha usado una variedad de pastillas metalizadas, muchas de ellas derivadas de dos fuentes de alimentación ricas, cuyas composiciones medias son como sigue:

		<u>Finos de Hematita Hamersley</u>	<u>Concentrados de Mag- netita Palabora</u>
5.	Fe Total %	67,5	67,2
	Mn %	vestigios	0,15
	SiO ₂ %	2,1	0,3
	Al ₂ O ₃ %	1,0	0,7
	TiO ₂ %	vestigios	0,6
10.	H ₂ O combinada%	0,3	vestigios
	S %	0,02	0,03
	P %	0,03	0,03
	CaO %	vestigios	1,0
	MgO %	vestigios	2,3
15.	Materiales sin identificar		Resto

Muchas de las pastillas estaban formadas por una mezcla de mineral-negro animal-CaO en la reacción 79:17:4. Las pastillas húmedas y compuestas se dejaron carbonatar en aire y se secaron durante un período de 30 horas por lo menos antes de cargarlas en el horno metalizador.

El negro animal usado se preparó a partir de lignito de Yalburn (Victoria) de bajo contenido en azufre y ceniza, con la siguiente composición media en seco:

25.	Carbono fijado	94,2%
	Materiales volátiles	1,0
	Ceniza	4,1
	Azufre	0,3
	Sin determinar	0,4



Los valores típicos de los análisis efectuados sobre pastillas metalizadas producidas a partir de las dos fuentes minerales, fueron como sigue:

	Pastillas Hamersley		Pastillas Palabora	
5. Fe Total %	82	- 88,5	80,5	- 88,0
Fe Metálico %	75	- 83	73	- 82,5
Carbono %	3,5	- 4,1	3,2	- 4,5
Azufre %	0,04	- 0,06	0,05	- 0,07
Fósforo %	0,02	- 0,04	0,02	- 0,03
10. Otros (oxígeno + ganga + cal)	12	- 7,0	13,2	- 6,8
Relación base/ácido	aprox. - 1,0		aprox. - 1,5	

15. Como el pequeño horno usado no estaba provisto de agitadores por inducción, se consiguió la circulación del baño en la zona de fusión-fundición mediante proyección tangencial de una densa mezcla de carbón-aire o negro animal-aire a través de dos lanzas refrigeradas por fluido y sumergidas inmediatamente por debajo del nivel de escoria-metal junto a la periferia de la cámara circular.

20. La inyección sirvió no sólo para mantener la circulación del baño en un plano horizontal, sino que además facilitó el mantenimiento del nivel de carbono en el metal, en la cámara de fusión, dentro del valor correspondiente al semiacero. Valores típicos de los análisis del semiacero de la cámara de fusión-fundición, fueron los siguientes:

25. C %	2,3	-	2,6
Si %	0,3	-	0,5
Mn %	0,02	-	0,1
Ti %	Vestigios	-	0,03
30. S %	0,04	-	0,06
P %	0,03	-	0,06

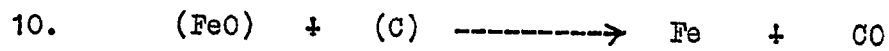


Fe %

Resto

5. La temperatura del baño en la cámara de fusión-fundición se mantuvo en la mayor medida posible dentro de los valores de 1475 a 1510°C, teniendo lugar una continua y suave ebullición como resultado de la reacción entre el carbono del baño y el FeO residual de las entrantes pastillas calientes y también de la escoria.

La reacción puede representar por la siguiente ecuación:



15. El semiacero fluyó continuamente desde la cámara de fusión-fundición al ramal de refinado, donde fue sucesivamente refinado con oxígeno a acero, inyectándose el O₂ en la corriente metálica en lento flujo mediante 4 a 6 lanzas usándose el número mayor cuando se estaban produciendo aceros de muy bajo contenido carbónico. Las lanzas presentaban un ángulo de 60° aproximadamente respecto a la horizontal, de tal manera que facilitasen el flujo a contracorriente de la escoria de refinado respecto al metal.

20. La escoria de refinado fue generada mediante inyección de una mezcla de un 90% de cal viva blanda y un 10% de espato flúor a través de una tubería de acero auxiliar calorizada, próxima a la última lanza de oxígeno. La escoria tenía una basicidad casi infinita en el punto en que se generaba y por consiguiente tenía una elevadísima capacidad de refinado respecto al azufre y al fósforo. Como la escoria fluía a contracorriente respecto al metal, absorbía progresivamente estos elementos y más tarde sílice también, uniéndose finalmente a la escoria que fluía en igual sentido que el metal,

25. pasando al ramal de sedimentación de la misma. No hubo nin-

30.



guna posibilidad de reversiones de S y P desde la escoria caliente al acero caliente, como ocurre comunmente en otros métodos propuestos para la producción continua de acero.

- La finalidad en la mayoría de las pruebas fué producir una escoria final en la que la relación $\frac{\text{CaO} + \text{MgO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3}$ estaba comprendida entre 2 y 2,5, pero como anteriormente se indica, la basicidad de la escoria en el ramal de refinado, en la mayor parte de su longitud, era muy superior, en muchas veces, aproximándose a un valor infinito hacia el punto de inyección de cal.
- 5.
- 10.

- Las pérdidas de hierro en las escorias fueron bajas; los valores totales de Fe en las escorias (que ofrecieron un promedio comprendido entre el 10 y el 12% del peso del acero producido) oscilaban entre el 3 y el 7%. Los valores del FeO pudieron llevarse a unos niveles muy bajos, aproximándose a los de la escoria de altos hornos mediante inyección de negro animal o de carbón mineral de bajo contenido en materiales volátiles, en la escoria, al comienzo de su paso a través del ramal de acondicionamiento y sedimentación de la misma. Los perdigones de hierro formados por la reacción:
- 15.
- 20.

- (FeO) de la escoria + C \longrightarrow Fe + CO
- se sedimentaron en el fondo y retrocedieron por el hogar en pendiente (hacia atrás) del ramal de sedimentación de escoria, hacia la corriente principal de metal en el ramal de refinado.
- 25.

Mediante el método esbozado, y según la cantidad de oxígeno inyectada en el metal que fluye a través del ramal de refinado, pudieron producirse aceros de cualquier contenido deseado en carbono. Los otros elementos constitu-

30



tivos de impurezas, incluyendo azufre y fósforo, fueron muy bajos. Un análisis típico de un acero de bajo contenido carbónico, fué como sigue:

	C	0,11 %
5.	Si	0,01 %
	Mn	0,01 %
	Ti	Vestigios, incluso en aceros producidos a partir de pastillas de Palabora que contenían Ti.
	S	0,012 %
10.	P	0,004 %

Los aceros de bajo contenido carbónico, particularmente, necesitaron una desoxidación y desgasificación en una cámara separada 23, antes de su fundición. En una operación comercial, esto se conseguiría mediante adiciones de aleaciones desoxidantes comerciales u otros tratamientos adecuados, tales como un tratamiento al vacío continuo, que constituye el tema de otras solicitudes de Patentes realizadas, a nombre de la solicitante.

N O T A

20. La Patente de Invención, que se solicita por veinte años, para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA PRODUCCION CONTINUA DE ACERO LIQUIDO", según las características esenciales de las siguientes:

25. R E I V I N D I C A C I O N E S

1ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, en el que se introducen de manera continua minerales óxidos precalentados y prerreducidos, en forma aglomerada o desmenuzada, en la zona de arco de un horno eléctrico, caracterizado porque se efectúan la fundición y el refi-

30.



nado en zonas separadas, pero interconectadas, de fusión-fundición, refinado y sedimentación de escorias, en un sólo horno.

5. 2ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según la reivindicación 1ª, en el que se producen y mantienen turbulencia y circulación en el baño de la zona de fusión-fundición y el metal licuado fluye continuamente desde la referida zona de fusión-fundición hacia la zona de refinado.
10. 3ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, en un horno que comprende un recipiente de fusión-fundición por arco provisto de una zona de arco, una zona de refinado solidaria o conectada al recipiente de fundición por arco y una o más zonas de separación de escorias,
15. solidarias o conectadas al recipiente de fusión-fundición por arco, caracterizado por la introducción de mineral de hierro prerreducido, en forma aglomerada o desmenuzada, a una temperatura de 400 a 1250°C, en la zona de arco del horno eléctrico para producir un semiacero con el 0,5 al 4% de carbono y no más del 1% del silicio, la agitación y circulación continuas del metal en el recipiente, el refinado continuo de este metal en acero mediante la inyección de un gas que contiene oxígeno y de fundentes básicos en el mismo mientras fluye a través del ramal de refinado, haciendo que la
20. escoria fluya a contracorriente respecto al metal durante parte por lo menos de la longitud del ramal de refinado, el mantenimiento de una calma relativa en la zona o zonas de separación de escorias y la retirada de éstas por uno o más ojos para colada después de pasar a través de un número correspondiente de zonas de separación de escoria.
- 25.
- 30.



4ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según la reivindicación 3ª, en el que el ramal de refinado es alargado y el metal fluye lentamente a través de él mientras es sometido a un lanceado sucesivo con gas que contiene oxígeno y a un vigoroso mezclado con escoria altamente básica.

5ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3ª ó 4ª, en el que el mineral se introduce en la zona de arco a una temperatura de 850 a 1100°C.

6ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 5ª, en el que se emplean como material de alimentación aglomerados de mineral de hierro prerreducido que contienen del 2,5 al 6% de carbono residual.

7ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 6ª, en el que el semiacero del recipiente de fundición contiene entre el 1,5 y el 2,5% de carbono y entre el 0,1 y el 0,5% de silicio.

8ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 7ª, en el que se admite una corriente de hierro crudo fundido en el recipiente, directamente o a través de una zona de separación de escorias.

9ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 8ª, en el que la temperatura del metal en el recipiente de fusión-fundición es del orden de 1420 a 1500°C.

10ª.- Procedimiento para la producción continua de



5. acero líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 9ª, en el que la escoria fluye a contracorriente respecto al metal en toda la longitud del ramal de refinado, al interior del recipiente de fusión-fundición por arco y a través del mismo, retirándose de una cámara de separación de escorias, situada en un punto sustancialmente opuesto al ramal de refinado.

10. 11ª.- Procedimiento para la producción continua de acero líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 10ª, en el que se crean dos zonas de refinado distintas, separándose silicio y gran parte del azufre y algo de fósforo en la primera zona, en la que la escoria fluye generalmente a contracorriente respecto al semiacero, mientras que en la segunda zona de refinado, en la que predominan la descarburización y desfosforización, la escoria fluye a contracorriente respecto al metal.

20. 12ª.- Aparato para la producción continua de acero líquido, para llevar a cabo el procedimiento según reivindicaciones anteriores, para la fusión y fundición continuas de mineral de hierro, que comprende un horno eléctrico provisto de un recipiente de fundición por arco, una zona de refinado alargada solidaria o conectada y una zona de separación de escoria, cuyo aparato se caracteriza por la provisión de medios para introducir continuamente aglomerados ricos en hierro prerreducido y calientes en la zona de arco del horno, y medios para refinar de modo continuo el semiacero producido en el recipiente de fundición por arco mediante la acción combinada de una proyección de gases que contienen oxígeno y la adición de fundentes básicos.

30. 13ª.- Aparato para la producción continua de ace-



ro líquido, según la reivindicación 12ª, provisto de medios para mantener la agitación y circulación del material en el recipiente de fundición por arco.

14ª.- PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA LA PRODUCCION
5. CONTINUA DE ACERO LIQUIDO.

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria, que consta de veinticuatro hojas, escritas a máquina por una sola cara y dibujos.

Madrid, 24 de Septiembre de 1968

CONZING RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED
P. P.

FRANCISCO GARCIA CABRERIZO
P. P.

Firmado: M.ª Dolores Jorquera

358476

CONZINC RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED

2 HOJAS- Hoja 1

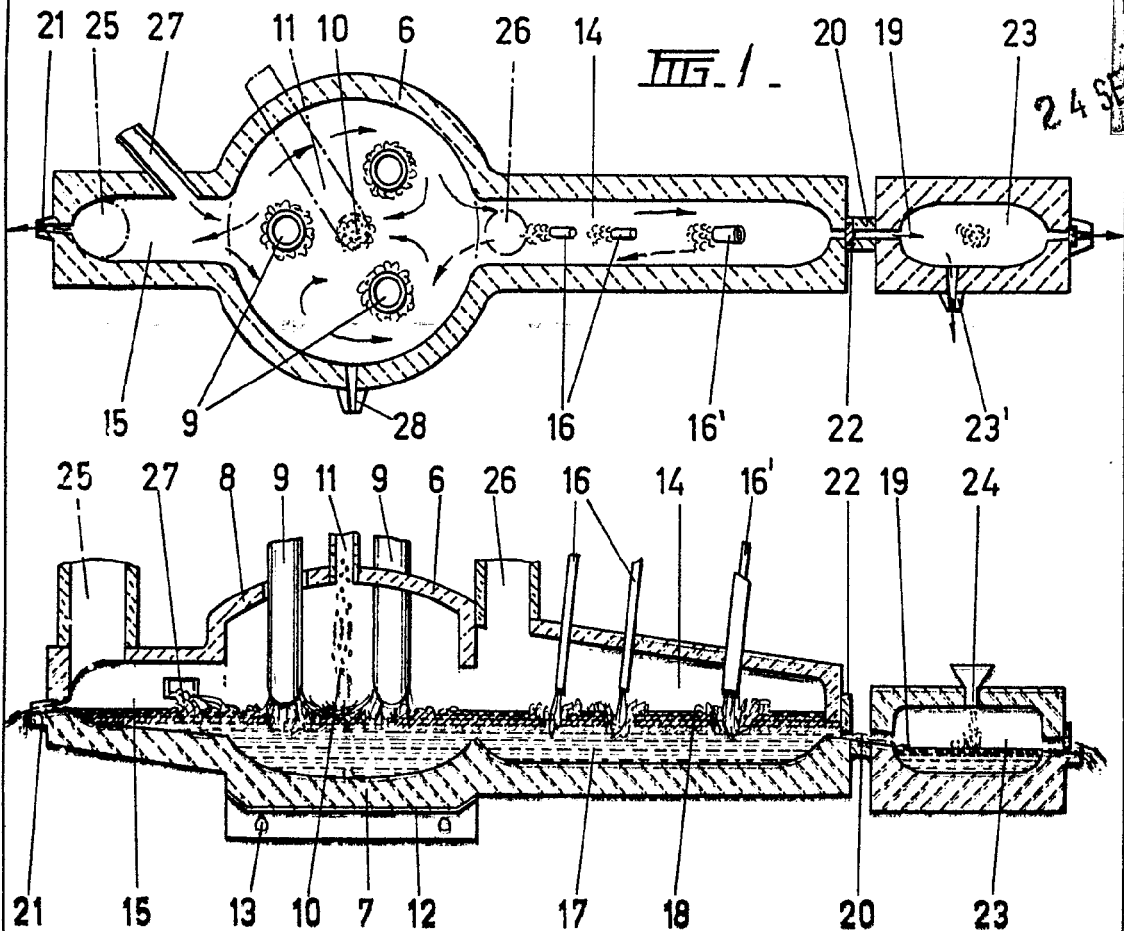


FIG. 2.

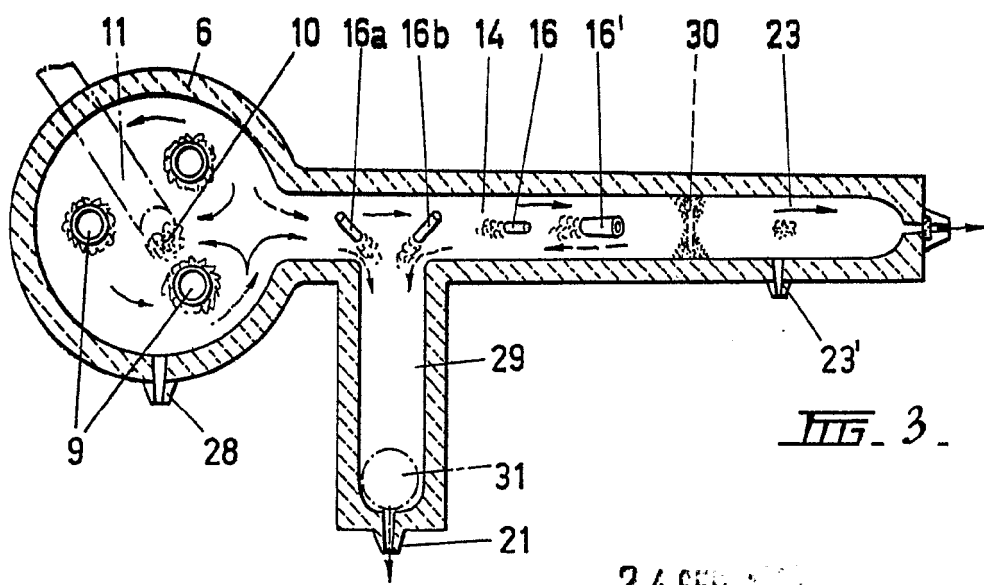


FIG. 3.

Escala variable

Madrid, 24 SEP 1900
CONZINC RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED
P. P.

GARCIA CABREYER
[Signature]



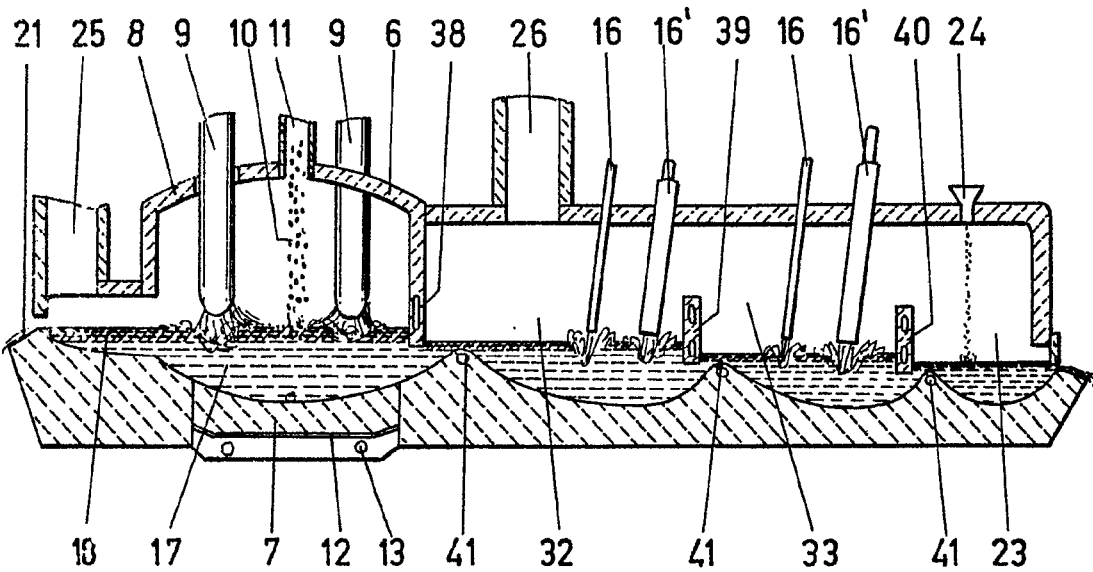


FIG. 4.

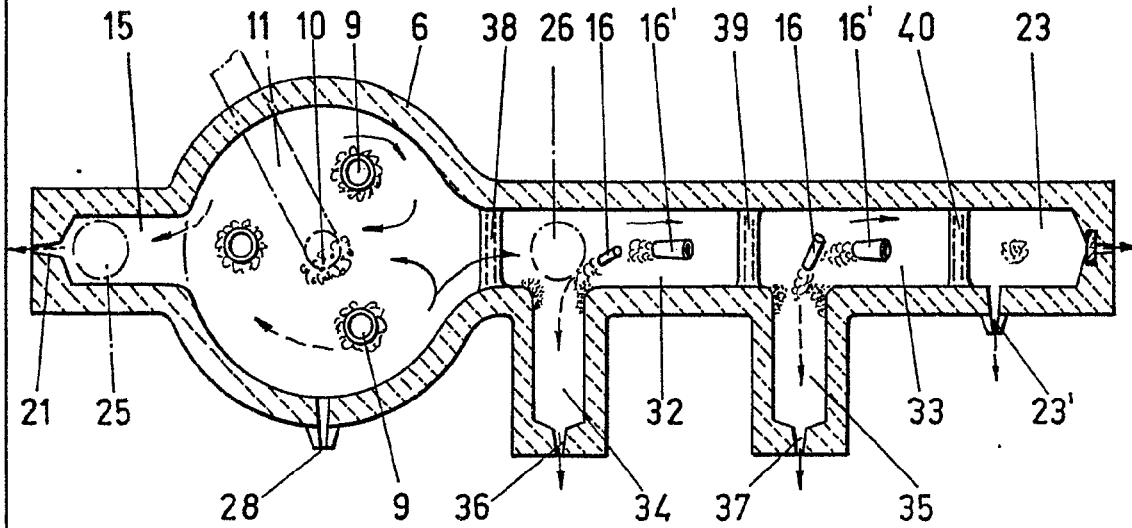


FIG. 5.

Madrid, 24 SEP. 1900
 CONZING RIOTINTO OF AUSTRALIA LIMITED
 P. R. ...

Escala variable

Elmado: M.ª Dolores Jorquera