

PATENTE DE INVENCION
=====

Ref: Case No. M-53462.

307339

Memoria Descriptiva
sobre

"Método de fundición de mineral de hierro".

=====

Solicitante: UNITED STATES STEEL CORPORATION, entidad norteamericana, residente en 525 William Penn Place, Pittsburgh 30, Estado de Pensilvania, EE.UU. de A.

=====

Esta invención se relaciona con la fundición de mineral de hierro y en particular con un método que incluye la fusión del mineral y la ulterior sujeción del mismo a reducción mediante contacto con hidrógeno.

5.

En la solicitud correspondiente (véase nuestro Case M-53461), se describe y reivindica un método de fundición de mineral de hierro mediante fusión del mismo y ulterior puesta en contacto con él de un reductor, mas específicamente un reductor carbonoso tal como carbón. El producto de esto es hierro fundido. La presente invención se relaciona con un método en el que efectuamos la reducción mediante hidrógeno, pudiendo producir así hierro sustancialmente puro que solo contiene una cantidad insignificante de carbono, silicio y pequeñas impurezas. De tal producto, puede producirse directamente acero de elevada calidad mediante adición de carbono y otros elementos de aleación deseados.

En general, nuestro método incluye el precalentamiento del mineral que puede ser de bajo grado, tal como taconita, y flujo a una sustancial temperatura intermedia, es decir a 871,11°C. El mineral y el flujo se funden luego mediante una llama oxi-combustible y se acumulan en una cámara en la que se enciende la llama. Desde la cámara de fusión, la masa fundida fluye continuamente a una cámara reductora separada. Se introduce hidrógeno por debajo de la superficie del contenido fundido de la cámara reductora y, al progresar la reducción del mineral en metal, este último se hunde y los componentes no metálicos forman una capa de escoria que flota sobre aquel. El metal y la escoria pueden retirarse luego separadamente a través de orificios o perforaciones verticalmente espaciadas en la pared de la cámara reductora. El gas situado por encima de la capa de escoria es retirado, reconstituido e introducido

de nuevo en combinación con oxígeno fresco, por debajo de la capa de escoria.

5. Puede conseguirse una completa comprensión de la invención con la siguiente descripción detallada y explicación que se refieren a los dibujos adjuntos que ilustran la presente versión preferida a modo de ejemplo. La única figura de los dibujos es un alzado esquemático, principalmente en sección, que muestra un aparato que puede utilizarse en la práctica de nuestro método.

10. Con referencia detallada ahora al dibujo, se cargan mineral de hierro y agentes fundentes tales como piedra caliza y escoria, de un tamaño generalmente inferior a 6,35 mm. en la etapa superior o primera de un precalentador 10 de capa fluidificada de dos etapas, a través de una resbaladera 11. Cada una de las etapas múltiples incluye un suelo o cubierta permeable 12 que define una cámara a presión 13 por debajo de aquel y sustenta una capa de mineral por encima. Se suministra gas caliente a la cámara a presión de la etapa inferior desde una fuente de suministro 14 a través de una tubería 15 y a través de una tubería 16 desde una fuente de suministro que se describirá seguidamente. La fuente 14 puede ser cualquier forma adecuada de quemador de combustible económico, tal como carbón o gas natural. El gas desprendido de la segunda etapa o etapa inferior pasa a través de un separador ciclónico 17 a la etapa primera o superior. Después del tratamiento en la etapa superior, fluye mineral a unos 204,45°C a través de una tubería de transferencia 18 a la etapa inferior, donde

se calienta a unos 871,112C. El gas desprendido de la primera etapa pasa a través de su separador 17 y después de los habituales procedimientos de limpieza de gas, se descarga en la atmósfera como desecho.

5. Una cámara de fusión 19 tiene un quemador 20 que arde descendentemente a través de la parte superior de aquella. El quemador 20 posee/adequados para refrigeración con agua (no mostrados) e incluye un tubo exterior 21 para oxígeno, un tubo interno 22 para combustible, coaxial con aquel, y un tubo central 23 para inyección de mineral, al que se conecta una tubería de descarga 24 desde la etapa inferior del precalentador 10. La tubería de descarga 24 posee una adecuada válvula de deslizamiento refrigerada con agua (no mostrada) para regular el flujo de sólidos precalentados descendentemente y para evitar la derivación de gases calientes de la cámara de fusión. El tubo 21 está conectado a cualquier fuente adecuada de oxígeno mediante una tubería 25 y el tubo 22 está conectado a una fuente de combustible, tal como carbón pulverizado o gas natural, mediante una tubería 26. La combustión de la mezcla de combustible y oxígeno que penetra en la cámara 19 a través del quemador crea una llama 27 de elevada temperatura. El mineral y el flujo precalentados que se desplazan por el tubo 23 pasan a través de la llama, se funden mediante ella y se acumulan en una masa líquida en la cámara 19. La tubería 16 está conectada al tablero libre de esta cámara y conduce gas desprendido de la misma a la etapa inferior del precalentador 10. Si el mineral y la piedra caliza no son
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

generalmente de tamaño similar, deberán precalentarse en cámaras separadas y de lecho fluidificado y combinarse en el quemador 16.

5. El material fundido que se acumula en la cámara 19 sale de ella a través de un paso 28 hacia una cámara reductora 29 provista de toberas 30 en sus paredes laterales. Se disponen unos sistemas externos de pulverización de agua 19a para las cámaras 19 y 29 a fin de causar la formación de una capa protectora
10. de material de óxido de hierro solidificado sobre los revestimientos de aquellas. Esto impide que los revestimientos sean atacados por el contenido fundido. Las toberas 30 están conectadas por una tubería 32 a una fuente de hidrógeno 33 a través de un cambiador de calor 34 que precalienta el hidrógeno que fluye a las
15. citadas toberas 30. El hidrógeno así introducido en íntimo contacto con el mineral fundido reduce el óxido de hierro a metal y este último se hunde, mientras los componentes no metálicos flotan sobre él en forma de capa de escoria. Unas perforaciones verticalmente
20. espaciadas 35 y 36 permiten la retirada separadamente del metal y la escoria.

- Los productos gaseosos de la reducción de óxido a metal, junto con el exceso de hidrógeno, son retirados del tablero libre de la cámara 29 a través de la
25. tubería 37 y pasados a través del cambiador 34, preferiblemente un conjunto de estufas regeneradoras, para precalentar hidrógeno fresco que pasa a las toberas. Desde el cambiador 34, estos gases son pasados a través de una tubería 38 y un condensador 39 mediante un
- 30.

compresor 40, antes de su recirculación a la cámara 29, junto con hidrógeno compensador procedente de la fuente de suministro 33. Una porción de los gases refrigerados es expulsada a través de la salida de purga 41 para evitar la acumulación de gases inertes tales como nitrógeno, argón y otros gases indeseables en la corriente de hidrógeno en circulación.

Como resultará evidente por lo que antecede, nuestro método puede resumirse brevemente como sigue:

10. El mineral, fundentes y componentes de la escoria son precalentados primeramente y luego fundidos, empleando una fuente carbonosa económica, tal como carbón, quemado en oxígeno. Al producirse el precalentamiento y la fusión, los materiales fundidos reciben un suficiente calor sensible para la subsiguiente reducción endotérmica con el hidrógeno precalentado. Los materiales fundidos se reducen luego por contacto con hidrógeno en una cámara separada, para obtener hierro fundido esencialmente exento de contaminadores tales como carbonó,

20. azufre y silicio, inherentemente presentes cuando se emplean reductores carbonosos. Para reducir al mínimo el consumo de hidrógeno, el gas desprendido de la reducción, incluyendo hidrógeno sin usar, se recircula preferiblemente después de la separación del vapor de agua formado durante la reducción del óxido de hierro. Los

25. materiales fundidos y el hidrógeno son precalentados a temperaturas controladas de manera que la reducción progrese sin ninguna otra fuente externa de calor.

El equilibrio térmico alrededor de la cámara reductora es muy importante. La corriente fundida y el

30.

hidrógeno han de precalentarse suficientemente para que la reducción progrese sin adicional suministro de caícr. Asimismo, las habituales pérdidas de calor han de vencerse. En un método preferido, los materiales fundidos se calientan en la cámara de fusión a una temperatura de 1797,8 a 1946,69°C el hidrógeno requerido para la reducción se produce por medios convencionales, tales como reforma con vapor de agua de gas natural o parcial oxidación de fueloil o carbón.

5. Un ejemplo específico de este procedimiento, basado en la producción de una tonelada neta de hierro fundido, se indicará seguidamente. Se trituraron 1362 kg de mineral, 454 kg de piedra caliza y 1134 kg de escoria a -10 mallas (por ejemplo un tamaño que pasase una criba de 10 mallas) y se introdujeron en el precalentador 10, donde las temperaturas de los lechos individuales de las etapas primera y segunda en condiciones de estado firme eran de 204,45 y 871,11°C respectivamente. El calor para el precalentador se suministró mediante 594,7 metros cúbicos en condiciones normales de gases que penetraron desde la cámara de fusión a 1908,89 °C, y 594,7 m³ en condiciones normales de gases producidos en el quemador 14 de carbón y aire. Estos gases se obtuvieron quemando 45,36 kg. de carbón con 438,9 m³ en condiciones normales de aire. En la cámara de fusión, se calentó el mineral entre 871,11 y 1908,69°C, fundiéndose así. Esta operación requirió 226,8 kg de carbón y 495,5 m³ en condiciones normales de oxígeno al 95%.

10. El mineral fundido fluyó entonces a la cámara reductora, donde se redujo mediante un flujo total de
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- 1699 m³ en condiciones normales de hidrógeno que contenía un 1% de agua y un 15% de gases inertes. El hidrógeno penetró en el reductor a 1204,44°C. La escoria y el metal fundido se retiraron a 1547,78°C. Se emplearon 1699 m³ en condiciones normales de gases desprendidos (que contenían H₂, agua y gases inertes) del reductor a 1547,78°C para precalentar el hidrógeno que entró en el cambiador 34, enfriándose luego aquellos gases en el condensador 39 para separar el agua formada por la reducción del mineral. Se requirió una purga del 9% (basado en el hidrógeno de compensación de pérdidas) para mantener la concentración del gas inerte en el 15%, y los gases desprendidos se mezclaron con la corriente compensadora (566 m³ en condiciones normales de hidrógeno al 98%). El precalentamiento de los materiales fundidos y el hidrógeno fué adecuado para suministrar el calor requerido para la reducción y para vencer las pérdidas de calor en el reductor.

- El metal fundido retirado resultó ser hierro esencialmente puro con solo unos vestigios analíticos de silicio, azufre, fósforo y manganeso. Se produjeron varios grados de acero con este metal mediante la adición con cucharón de varios elementos de aleación. La producción de hierro esencialmente puro es sorprendente en el sentido de que se emplearon mineral conteniendo azufre y carbón en la operación de fusión del procedimiento. Este nuevo resultado se obtiene separando efectivamente la cámara de reducción de las cámaras de fusión y precalentamiento, en las que se usa carbón. Los gases desprendidos de la cámara de fusión contienen esencialmente

307339

todo el azufre del carbón empleado en la fusión del mineral, cuyos gases separan también azufre del mineral en el precalentador.

- Pueden requerirse unos cambios moderados en el
5. consumo de carbón, oxígeno e hidrógeno cuando se emplean diferentes composiciones de mineral y carbón. Podrían emplearse varios tipos de precalentadores para calentar el hidrógeno para la reducción. Por ejemplo, en lugar de un sistema de estufas regeneradoras, podría emplearse
10. una estufa de guijarros en recirculación. En el ejemplo específico, se empleó una purga del 9% para mantener la concentración de gas inerte por debajo del 15%. Razones económicas exigirán la cantidad óptima purgada en cuanto a costo del calentamiento y costo de hidrógeno,
15. así como la pureza inicial del hidrógeno.

- El procedimiento aquí descrito es ventajoso porque el necesario calor de reducción es suministrado exteriormente como precalentamiento a las corrientes de hidrógeno y mineral fundido y no se quema ningún hidrógeno en
20. el tablero libre de la cámara de reducción. En consecuencia, la productividad del reductor no está limitada por el grado de transferencia térmica que pueda obtenerse mediante la combustión de gases desprendidos de la reducción en el tablero libre.

25. Aunque hemos descrito aquí la versión preferida de nuestra invención, pretendemos cubrir igualmente cualquier cambio o modificación en la misma que puedan efectuarse sin apartarse del espíritu y ámbito de la invención.

30.

NOTA

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.
5. También se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente, presentada en Norteamérica, con fecha 19 de diciembre de 1963, nº 331.842; acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre:
10. "METODO DE FUNDICION DE MINERAL DE HIERRO"; caracterizándose por lo siguiente:
15. 1ª.- "Método de fundición de mineral de hierro", caracterizado porque comprende las operaciones de encender una llama oxi-combustible en una cámara de fusión, la introducción de mineral y flujo en un orden de tamaños generalmente inferior a 6,35 mm. en dicha llama con
20. la consiguiente fusión de aquellos, la acumulación de la masa fundida en dicha cámara, la retirada de la masa fundida de la citada cámara a una cámara de reducción separada, la introducción de hidrógeno por debajo de la
25. superficie del contenido de la cámara de reducción y, después de la separación de escoria y metal fundidos, su retirada separadamente de dicha cámara de reducción, la retirada de gases situados por encima de la capa de escoria en la cámara de reducción y la reconstitución y
30. reintroducción de dichos gases retirados en combinación

307339

con hidrógeno fresco por debajo de la citada superficie.

2ª.- Método según la reivindicación 1, caracterizado por la sujeción del mineral y el flujo preliminarmente a calentamiento en una capa fluidificada.

5. 3ª.- Método según la reivindicación 2, caracterizado por la conducción del gas desprendido desde dicha cámara de fusión a la citada capa o lecho fluidificado.

10. 4ª.- Método según la reivindicación 1, caracterizado por la introducción del mineral y flujo descendentemente a través del centro de la citada llama.

5ª.- Método según la reivindicación 1, caracterizado por el suministro de dichos oxígeno y combustible en corrientes coaxiales.

15. 6ª.- Método según la reivindicación 1, caracterizado por el enfriamiento de dichas cámaras de fusión y reducción para causar la formación de una capa protectora de material de óxido de hierro solidificado en el interior de aquellas.

20. 7ª.- Método de fundición de mineral de hierro tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria; e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de 11 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid

25. UNITED STATES STEEL CORPORATION

