



23

H/V.

185693

185693

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de una patente de invención por veinte años en España, por: "Procedimiento para la reducción de minerales que contienen hierro", a favor de Don Raoul NISSIM, residente en London S.W.3 (Gran Bretaña) Chelses Cloisters, Sloane Road.-

= = = = =

El presente invento se refiere a un procedimiento de reducción que comprende las ventajas de la fusión eléctrica y de un rendimiento térmico muy elevado.

5 Por lo tanto resulta posible reducir los minerales de hierro y análogos sin empleo de coque metalúrgico, extender la reducción eléctrica a lugares que produzcan la energía eléctrica a elevado coste, rebajando el consumo de energía para la preparación de aleaciones de hierro, suministrar una parte sustancial de calor con ayuda de combustibles pobres y producir calidades de hierro superiores a las calidades producidas con los altos hornos.
10

según el invento, la reducción de los minerales de hierro se hace mediante carbón, en un horno lo mas estanco posible y en ausen-



cia de gases oxidantes, poniéndose el carbón en contacto con la carga de mineral en el estado líquido y conteniendo el máximo posible de calor, recuperándose y oxidándose integralmente lo menos una parte del gas desprendido por la reacción de reducción, suministrándose la energía así liberada al procedimiento de reducción.

Bajo minerales de hierro se entienden los minerales que contienen hierro, como óxidos, carbonatos, hidratos, silicatos y otros compuestos de hierro, o los minerales de hierro conteniendo manganeso, cromo, níquel u otros minerales análogos, o minerales conteniendo hierro pero no clasificados como metales, como bauxita y escorias ricas en hierro, cromita, piritas y sus residuos u otras materias semejantes.

Con preferencia se cargan minerales previamente fundidos en un horno lo mas cerrado posible, de manera que se efectúe la reducción en ausencia de gases oxidantes como el aire o el oxígeno, u otro gas. Un horno calentado eléctricamente puede representar tal ejemplo.

La carga líquida de mineral puede también transportar la escoria formada por la adición de agentes escorificantes como por ejemplo, cal, sílice, espato fluor y otras materias semejantes.

En el crisol del horno de reducción se añade una sustancia carbonosa sólida, siendo la cantidad de carbono del peso necesario para reducir el mineral, carburar el metal y en parte la pequeña cantidad de ácido carbónico desprendido por la reacción de reducción. Por consiguiente, la oxidación del carbono se efectúa mediante el oxígeno del mineral y su transformación en gas depende esencialmente de esta combinación.

Por esta razón, el gas está compuesto en gran parte de óxido de carbono y de pequeños porcentajes de hidrocarburos, ácido carbónico, nitrógeno, hidrógeno y vestigios de otros gases.

Normalmente el contenido de ácido carbónico no es grande. Este gas es parcialmente convertido en óxido de carbono cuando se pone en



contacto con el carbón caliente antes de pasar a las tomas de gas.

El horno en este caso particular actúa como un carburador natural de gases. Normalmente esta conversión no es importante, estando formado el gas desarrollado por la reacción de reducción a elevada temperatura, en gran parte por óxido de carbono. Cuanto más elevado es el contenido de óxido de carbono, más eficaz es la recuperación bajo forma de gas combustible, de la totalidad de carbono consumido por la reducción. En efecto, si, por ejemplo, se reduce la magnetita (Fe_3O_4) y todo el gas desarrollado es óxido de carbono, este último contiene aproximadamente 70 % del valor calorífico total del carbono de la reducción.

La recuperación de un gas tal es importante. Como la reducción por el carbono es fuertemente endotérmica, para rebajar la cantidad de calor necesaria, el gas se refrigerará preferentemente antes de ser extraído del horno.

Este gas constituye esencialmente una fuente de calor muy importante.

Si su contenido calorífico potencial es puesto en libertad por la oxidación integral de gas combustible contenido en el mismo, y la energía así liberada es transmitida al procedimiento, la cantidad de calor suministrada a este último mediante una fuente cualquiera de calor será reducida en proporción. De este modo el carbono de reducción puede ser integralmente oxidado en el procedimiento.

Preferentemente, lo menos una parte de este contenido calorífico potencial del gas desarrollado por la reacción de reducción se transferirá a la carga de mineral para calentarla. Podrán ser empleados aire o/y oxígeno, caliente o frío para la combustión del gas. Una vez que la carga está en estado líquido puede ser acumulada una cantidad enorme de calor en la masa líquida. La masa pasa a ser así el vehículo con el que esta energía es devuelta a la reacción de reducción. El calor necesario para vencer a la reacción fuertemente



endotérmica puede ser suministrado mediante otra fuente de calor diferente al carbón sólido de la reducción.

El gas recuperado puede ser utilizado solo o con, lo menos una, otra fuente de calor auxiliar, siempre diferente al carbón de reducción, para el calentamiento y la fusión de la carga de mineral antes de su completa reducción. Es decir, un calentamiento previo. Por ejemplo la reducción de Fe_2O_3 y su paso a Fe_3O_4 , o la conversión de un carbonato en óxido u otro cambio semejante.

Preferentemente se utilizará como fuente de calor auxiliar, los combustibles gaseosos, líquidos o sólidos. De esta manera, una parte importante de calor podrá suministrarse a la masa de un modo bastante económico.

En una segunda forma, utilizada preferentemente, lo menos una parte del gas recuperado de la reacción de reducción, servirá para producir energía eléctrica mediante motores térmicos tales como turbinas de gas, motores de combustión interna, calderas y motores de vapor, y otros motores semejantes. La energía eléctrica así producida puede ser suministrada al procedimiento de reducción y empleada, con preferencia, para calentar el crisol de reducción. La energía liberada por la oxidación del gas es devuelta al procedimiento bajo la forma de energía eléctrica utilizada con preferencia como fuente de calor. En este último caso, es muy importante la utilización de lo menos una fuente auxiliar de calor para acumular económicamente calor en la carga de mineral.

En una tercera forma utilizada con preferencia, lo menos una parte del gas recuperado servirá como agente reductor a causa de su contenido elevado de óxido de carbono. Por ejemplo, el gas podrá ser utilizado para la reducción previa y la reducción de minerales de hierro en el estado sólido. Los productos gaseosos recuperados y conteniendo un elevado porcentaje de óxido de carbono pueden ser en parte integralmente oxidados y la energía así liberada puede ser devuel-



ta al procedimiento. En este caso particular de combinación química, la energía potencial del gas es suministrada al procedimiento de una forma indirecta bajo la forma de metal ya reducido. Este metal constituye una adición muy importante al metal líquido y carburado. El carbono y el calor a suministrar por tonelada de producto final, son en este caso particular inferiores a las cantidades necesarias para reducir todo el metal por el carbono sólido.

La reducción gaseosa constituye en efecto un crédito de calor y carbón en el balance térmico del horno. También en este caso, la utilización de lo menos una fuente de calor auxiliar, suministrando una parte importante de calor al procedimiento, constituye una solución de gran valor.

Preferentemente, la temperatura durante el calentamiento previo de la carga de mineral será la más elevada posible, acumulando así una cantidad importante de calor en la masa a reducir. Por esta razón la temperatura de la masa líquida de mineral será, con preferencia, elevada por encima de la temperatura de fusión. La temperatura de colada del metal podrá ser inferior a la temperatura de la carga líquida del mineral antes de que su completa reducción esté terminada.

Con preferencia, la reacción de reducción tendrá lugar en un horno o en una sección de horno calentados eléctricamente.

Cuando se hace uso de tal horno, preferentemente se puede acudir al alto horno eléctrico bien conocido que tiene como características esenciales un crisol bastante bajo y cerrado, electrodos para conducir la corriente, tomas para el gas y tolvas de carga. Se entenderá que cualquier otro horno, siempre que esté calentado eléctricamente, puede ser también empleado con éxito.

El calor suministrado al crisol del horno de reducción podrá ser preferentemente suministrado por la oxidación de una parte del gas desarrollado por la reducción. Esta oxidación se efectuará de



modo que se evite lo mas posible el quemar el carbón.

El ácido carbónico formado será en parte convertido en óxido de carbono por la propiedad carburante inherente al horno. Para facilitar este paso y regeneración, la auración del contacto entre el gas y la materia carbonosa será aumentada reduciendo la velocidad y aumentando la trayectoria del gas en el horno.

Para refrigerar enérgicamente el gas antes de su extracción del horno, pueden añadirse al horno galleta o mineral de hierro finamente triturado con el fin de favorecer su reducción directa mediante el carbono y el calor sensible del gas. Podrán ser utilizadas también otras materias metalíferas.

Las fases de calentamiento y de fusión de la carga podrán ser efectuadas en un ambiente oxidante o reductor.

Las operaciones o tratamientos metalúrgicos como formación de escoria, escorificación, desulfuración, defosforización, u otras operaciones similares, o bien la adición de mineral aglomerado y en parte reducido, de ferro-aleaciones, de desperdicios de hierro y acero, de materias metalíferas y otras materias podrán hacerse en no importa cual estado del procedimiento.

Lo menos una parte del calor sensible de los productos gaseosos de la combustión o de los gases recuperados o de los dos, puede utilizarse para el calentamiento previo, por ejemplo, del aire u oxígeno o de ambos, o para los combustibles auxiliares empleados en el procedimiento. El calentamiento previo podrá hacerse también mediante otra fuente de calor.

Lo menos una parte del gas extruido podrá ser convertida en otro gas, por ejemplo, una parte del óxido de carbono podrá ser transformada en hidrógeno, empleando este último en el procedimiento de reducción.

El procedimiento completo de reducción, desde las primeras materias en estado sólido hasta el metal reducido y líquido, podrá



5 ejecutarse en lo menos un horno. Preferentemente se utilizarán dos hornos o secciones de horno, uno para la fusión del mineral, otro para su reducción. Podrá utilizarse no importa que tipo de horno conocido, como por ejemplo, el alto horno, el horno de reverbero, el horno de cubeta, el horno eléctrico, u otro tipo de horno existente.

10 Las escorias que tengan características predeterminadas y especiales, como por ejemplo características hidráulicas o de clinker de cemento Portland podrán producirse en cualquier estado del procedimiento. Las escorias pueden ser formadas, por ejemplo, durante la fase de fusión del mineral y descargadas del horno antes de transferir el mineral, desprovisto en gran parte de su escoria, al horno de reducción.

15 Finalmente podrán ser producidas cualquier calidad de hierro o de fundición, compécida o básica u otra calidad y cualquier aleación de hierro, como spiegeleisen, ferro-cromo, ferro-manganeso, ferro-silicio, y otras aleaciones, mediante el método de reducción propuesto.

20 Se entenderá que no podrá considerarse ninguna limitación del objeto del invento por el hecho de que los ejemplos han sido empleados para ilustrar mejor los principios del invento.

N O T A.-
 =====

La presente patente de invención comprende las siguientes reivindicaciones:

25 1.- Procedimiento para la reducción de minerales de hierro o que contienen hierro, caracterizado porque es efectuada mediante una sustancia carbonosa en un horno lo mas estanco posible, poniéndose en contacto la carga líquida de mineral de hierro con el carbón de manera que se oxide la mayor parte de este último mediante el oxígeno del mineral, siendo, lo menos una parte del gas desarro-



185693

8.-

llado durante la reducción del mineral, oxidada integralmente de manera que se suministra al procedimiento de reducción una gran parte de la energía así liberada.

5 2.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza la energía liberada por la oxidación integral de lo menos una parte del gas desarrollado por la reducción, para producir energía eléctrica mediante motores térmicos.

10 3.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza la energía liberada por la oxidación integral de lo menos una parte del gas desarrollado por la reducción, para acumular calor en la masa de mineral antes de su reducción completa.

15 4.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza la energía liberada por la oxidación integral de lo menos una parte del gas desarrollado por la reducción directa de mineral de hierro y para producir energía con el gas residuo.

20 5.- Procedimiento, caracterizado porque se adopta para la misma operación de reducción mas de una de las formas reivindicadas precedentemente para la utilización de la energía liberada por la oxidación integral de lo menos una parte del gas desarrollado por la reducción.

6.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza lo menos una fuente auxiliar de calor para calentar la carga de mineral de hierro antes de su reducción completa.

25 7.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza lo menos una fuente auxiliar de calor y lo menos una parte del gas desarrollado por la reducción, para calentar la carga de mineral de hierro antes de su reducción completa.

8.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza la energía eléctrica para suministrar el calor a la reducción.

30 9.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza una parte del gas desarrollado por la reducción para reducir directamente los

185693

9.-



minerales de hierro, siendo liberada y utilizada para el procedimiento la energía de los gases residuales.

10.- Procedimiento, caracterizado porque se emplea lo menos una parte del gas desarrollado por la reducción para cambiar su composición química, siendo utilizado el gas así obtenido para el procedimiento.

11.- Procedimiento, caracterizado porque se calienta el mineral a una temperatura superior a su temperatura de fusión.

12.- Procedimiento, caracterizado porque se emplea para el procedimiento completo de reducción lo menos un horno.

13.- Procedimiento, caracterizado porque se producen, en no importa qué estado del procedimiento de reducción, escorias que tienen características especiales.

14.- Procedimiento, caracterizado porque se utiliza por lo menos una parte del gas desarrollado por la reducción para producir energía eléctrica mediante turbinas de gas.

15.- Procedimiento para la reducción de minerales que contienen hierro.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva, la cual consta de nueve hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 23 de Octubre de 1948.