

C21B	0729
------	------

CONCEDIDA

3 NOV. 1976

MEMORIA DESCRIPTIVA.

de una Patente de Invención a nombre de:
Thyssen Purofer GmbH, de nacionalidad --
alemana, domiciliada en 4 Düsseldorf, --
Kaiserswerther Strasse 115, (Alemania);
por: "PROCEDIMIENTO E INSTALACION PARA -
LA REDUCCION DE MINERALES DE HIERRO".

---ooo000ooo---

El invento se refiere a un procedimiento para la redu-
cción de minerales de hierro, especialmente de nódulos o gránulos
de minerales de hierro, con ayuda de un gas reductor que contie-
ne principalmente monóxido de carbono e hidrógeno, siendo gene-
rado el gas reductor con empleo de un portador de carbono en un
proceso de reforma, y devolviéndose al sistema gas de alto horno
procedente del proceso de reducción de los minerales de hierro,
después de enfriamiento y de purificación. En general, tal pro-
cedimiento para la reducción de minerales de hierro es designa-
do como procedimiento de reducción directa. El invento se refie-
re además a una instalación para la realización de tal procedi-

miento, que consiste en un horno de cuba u alto horno para la -
reducción de mineral de hierro, en un aparato reformador y en -
un equipo para la devolución al sistema de gas de alto horno --
con refrigerador y purificador de gas de alto horno.

5 En un procedimiento conocido de la clase descrita (vea
se memoria de patente alemana 1.201.377) se emplean hidrocarbu-
ros ligeros, por ejemplo en la forma de gas natural, en calidad
de portadores de carbono. La reforma de los hidrocarburos se --
efectúa por medios térmicos o por medios catalíticos con dióxido
10 de carbono, eventualmente junto con vapor de agua y/o oxígeno,
para formar un gas reductor que contiene principalmente monóxi-
do de carbono e hidrógeno, encontrándose la proporcion en volu-
men de monóxido de carbono/hidrógeno con un valor de 1 o siendo
menor que 1. Este gas reductor es introducido más o menos con -
15 la temperatura del proceso de reforma en el proceso de reducción.
Una parte del gas de alto horno resultante es devuelta al proces
so de reforma como portador de oxígeno y actúa allí al mismo --
tiempo de modo termodinámico sobre la ley de acción de masas con
sus componentes monóxido de carbono e hidrógeno. Otra parte del
20 gas de alto horno es empleada como portador de calor. La devolut
ción al sistema del gas de alto horno es en este caso important
te también para la economía del procedimiento. Las instalaciones
conocidas para la reducción de minerales de hierro están estruct
turadas adecuadamente en lo que se refiere a los reformadores y
25 a la devolución de gas de alto horno. Todo ello está en sí acred
ditado. El modo de trabajo acreditado no admite, sin embargo, -
el empleo de carbón o de aceite pesado como portador de carbono.
Por otro lado, la practica exige con frecuencia el empleo de ta

les portadores de carbono.

5 Ciertamente, es conocido reformar o convertir carbón con oxígeno en el denominado reactor al oxígeno para formar principalmente monóxido de carbono e hidrógeno (junto con dióxido de carbono y vapor de agua), (véase Jacques Meunier "Vergasung fester Brennstoffe und oxydative Umwandlung von Kohlenwasserstoffen" (gasificación de combustibles sólidos y conversión oxidante de hidrocarburos), Verlag Chemie GmbH, Weinheim/Bergstr., 1962). La mezcla de gasificación resultante tiene, sin embargo, 10 una proporción en volumen de monóxido de carbono/hidrógeno de alrededor de 1,5:1 y mayor. El gas de alto horno húmedo, que resulta en el caso de utilizarse uno de tales gases reductores con una proporción en volumen de monóxido de carbono/hidrógeno de aproximadamente 1,5:1, tiene una proporción en volumen de monóxido de carbono y dióxido de carbono a hidrógeno y vapor de 15 agua asimismo de aproximadamente 1,5:1. Después de haber separado el agua y de haber desempolvado, este gas de alto horno, al ser calentado de nuevo a aproximadamente 1.000°C, recorrería un margen de temperaturas en el cual el monóxido de carbono se descompondría para formar negro de humo y dióxido de carbono. 20

El invento tiene la misión de estructurar y mejorar el procedimiento descrito al comienzo, con devolución del gas de alto horno, de manera tal que se pueda emplear carbón como portador de carbono.

25 El invento concierne a un procedimiento para la reducción de minerales de hierro, especialmente de nódulos de minerales de hierro, con ayuda de un gas reductor que contiene principalmente monóxido de carbono e hidrógeno, siendo generado el --

gas reductor en un proceso de reforma con empleo de un portador de carbono, y siendo devuelto al sistema gas de alto horno procedente del proceso de reducción de los minerales de hierro, -- después de enfriamiento y purificación. El invento consiste en que, en calidad de portador de carbono, se emplea carbón y éste es reformado con oxígeno para formar una mezcla de gases de gasificación que contiene principalmente monóxido de carbono e hidrógeno con una proporción en volumen de monóxido de carbono/hidrógeno de aproximadamente 1,5:1 y mayor, en que el gas de alto horno devuelto al sistema es convertido con vapor de agua para formar una mezcla de gases de conversión constituida principalmente a base de dióxido de carbono e hidrógeno y a partir de esta se separa por lavado el dióxido de carbono, y en que finalmente el hidrógeno procedente de la mezcla de gases de conversión es añadido a la mezcla de gases de gasificación para la producción de un gas reductor con una proporción en volumen de monóxido de carbono/hidrógeno de aproximadamente 1:1 o menor. El invento parte del conocimiento de que el gas de alto horno, en el caso de la reducción de minerales de hierro, puede actuar también de una manera enteramente diferente que hasta ahora (como portador de oxígeno), a saber como suministrador de hidrógeno después de introducción de vapor de agua y conversión. Junto con ello se sigue pudiendo emplear para la conversión, de un modo apropiado, gas de alto horno no consumido en calidad de portador de calor. El hidrógeno obtenido y recuperado es utilizado nuevamente con el fin de frenar o impedir, mediante adición a la mezcla de gases de gasificación del carbón o del aceite pesado, la descomposición del monóxido de carbono con formación de negro de humo.

En particular, el procedimiento de acuerdo con el in-
vento se puede estructurar de diferentes maneras. Una forma de
realización preferida del invento está caracterizada porque la
gasificación del portador de carbono se lleva a cabo de modo tal
5 que resulta una mezcla de gases de gasificación con una tempera-
tura de aproximadamente 1.600°C, porque el hidrógeno procedente
de la mezcla de gases de conversión, después de haber separado
por lavado el dióxido de carbono y el vapor de agua, es calenta-
do a una temperatura de aproximadamente 400°C, de modo que el -
10 gas reductor formado a partir de la mezcla de gases de gasifica-
ción y del hidrógeno, después de haber sido sometido a limpieza
mecánica y a purificación con respecto de azufre, puede ser in-
troducido en el proceso de reducción a una temperatura de apro-
ximadamente 1.000°C. En general, al gas de alto horno, después
15 de enfriamiento y purificación, se le calentará a aproximada--
mente 400 hasta 600°C y se le convertirá a esta temperatura con
un exceso de vapor de agua. Donde es necesario un calentamiento
dentro del marco del procedimiento de acuerdo con el invento, -
puede emplearse como portador de calor el gas de alto horno no
20 consumido para la conversión, pero evidentemente existe también
la posibilidad de emplear para este calentamiento otros portado-
res de calor.

Las ventajas logradas han de ser vistas en el hecho -
de que, de acuerdo con el invento, se puede llevar a cabo sin -
ninguna dificultad la denominada reducción directa de minerales
25 de hierro también con carbón como portador de carbono. En tal -
caso, el procedimiento se caracteriza por su simplicidad y segu-
ridad en funcionamiento. Es especialmente ventajoso el hecho de

que también la instalación para la realización del procedimiento según el invento puede ser constituida de una manera sencilla y de funcionamiento seguro. Tal instalación consta en cuanto a su estructuración fundamental de un alto horno para la reducción de minerales de hierro de un aparato reformador y de un equipo para la devolución al sistema de gas de alto horno con refrigerador y purificador de gas de alto horno. Está caracterizada dicha instalación por un reactor al oxígeno para la gasificación de carbón en calidad de aparato reformador y por un convertidor de monóxido de carbono que es hecho funcionar con vapor de agua en el equipo para la devolución al sistema de gas de alto horno, conectándose detrás del convertidor de monóxido de carbono una torre de lavado para eliminar por lavado dióxido de carbono (y vapor de agua), y el hidrógeno obtenido de este modo puede ser introducido en el alto horno a través de un equipo de purificación en común con la mezcla de gases de gasificación procedente del reactor al oxígeno. El convertidor de monóxido de carbono está dispuesto convenientemente detrás de un puesto de lavado en húmedo, preferiblemente detrás de un puesto de lavado en húmedo Venturi, para el gas de alto horno devuelto al sistema, y está combinado con un calentador, mientras que detrás de la torre de lavado para eliminar por lavado dióxido de carbono está dispuesto otro calentador adicional para el ajuste de la temperatura del hidrógeno a la temperatura de adición a la mezcla. El equipo de purificación entre el reactor al oxígeno y el alto horno consiste en general en un ciclón y en una torre de lavado de azufre.

En lo que sigue el invento es explicado con mayor de-

talle ayudándose de unos dibujos que sólo representan un ejemplo de realización. La única figura muestra el esquema de una instalación para la reducción de minerales de hierro equipada para la realización del procedimiento según el invento, con esquema de flujo de materiales.

La instalación representada en el esquema posee un alto horno 1 para la reducción de hierro, un aparato reformador 2 y un equipo 3 para la devolución al sistema de gas de alto horno con refrigerador y purificador de gas de alto horno. El aparato reformador 2 es un reactor al oxígeno para la gasificación de carbón. Pertenece a la instalación un convertidor 4 de monóxido de carbono hecho funcionar con vapor de agua en el equipo 3 para la devolución al sistema de gas de alto horno. Detrás del convertidor 4 de monóxido de carbono está conectada una torre de lavado 5 para eliminar por lavado dióxido de carbono y vapor de agua. El hidrógeno obtenido puede ser introducido en el alto horno 1 en común con la mezcla de gases de gasificación procedente del reactor al oxígeno 2 a través de un equipo de purificación consistente en un ciclón 6 y en una torre de purificación con respecto de azufre 7. El convertidor 4 de monóxido de carbono está dispuesto detrás de un puesto de lavado en húmedo 8 para el gas de alto horno devuelto al sistema. El puesto de lavado en húmedo 8 está estructurado como puesto de lavado en húmedo Venturi. La flecha 9 indica que una parte del gas de alto horno puede ser retirada para otros fines, por ejemplo para fines de calefacción. Por lo demás, el convertidor 4 de monóxido de carbono está combinado con un calentador 10 conectado delante de él. Detrás de la torre de lavado 5 para la eliminación

por lavado de dióxido de carbono se encuentra otro calentador -
11, que sirve para ajustar la temperatura del hidrógeno generado
a la temperatura de adición a la mezcla. El vapor de agua es in-
troducido, a través de la conducción de introducción 12, en el
5 convertidor 4 de monóxido de carbono.

En el esquema descrito los aparatos e instalaciones in-
dividuales están unidos mediante conducciones tubulares que están
sugeridas en él. En ese sistema de conducciones las flechas in-
dican la circulación de materiales. Los datos más importantes -
10 acerca de la circulación de materiales y las temperaturas más -
importantes han sido registrados en el esquema. Se reconoce, que
los gases de alto horno, compuestos por monóxido de carbono, hi-
drógeno, dióxido de carbono y vapor de agua, que abandonan el -
alto horno 1, son enfriados y purificados en el puesto de lava-
do en húmedo 8. Los gases de alto horno enfriados y purificados
15 son calentados a aproximadamente 400 hasta 600°C en el calenta-
dor 10 y son convertidos con un exceso de vapor de agua para --
formar el gas de conversión. De este modo el contenido de monó-
xido de carbono de los gases de alto horno es hecho reaccionar
de acuerdo con la ecuación $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$. El dióxido de car-
20 bono y el vapor de agua son eliminados por lavado, de manera co-
nocida, en la torre de lavado 5. El hidrógeno técnicamente puro
es calentado, por ejemplo por vía recuperativa, a 400°C y es añ-
dido la mezcla de gases de gasificación, caliente a aproximada-
mente 1.600°C, del convertidor 2. Resulta de este modo un gas -
25 reductor caliente a aproximadamente 1.000°C con una proporción
en volumen de monóxido de carbono/hidrógeno de aproximadamente
1 o menor que este valor. Este gas reductor es conducido a través

del ciclón 6 y de una torre de purificación con respecto de azu
fre 7, llena por ejemplo con dolomita o con otros agentes de de
sulfuración, allí es liberado de compuestos de azufre perturba
dores, y es introducido en el alto horno 1. Se evita de una ma
5 nera segura el peligro de formación de negro de humo en el gas
reductor.

- N O T A -

Se reivindica como nuevo y de propia invención:

10 1.- Procedimiento e instalación para la reducción de
minerales de hierro, especialmente de nódulos o gránulos de mi
nerales de hierro, con ayuda de un gas reductor que contiene prin
cipalmente monóxido de carbono e hidrógeno, siendo generado el -
gas reductor con empleo de un portador de carbono en un proceso
15 de reforma, y devolviéndose al sistema gas de alto horno proce
dente del proceso de reducción de los minerales de hierro, des
pués de enfriamiento y purificación, caracterizado el procedi
miento porque en calidad de portador de carbono se emplea carbón
y éste es reformado con oxígeno para formar una mezcla de gases
20 de gasificación que contiene principalmente monóxido de carbono
e hidrógeno con una proporción en volumen de monóxido de carbo
no/hidrógeno de aproximadamente 1,5:1 o mayor, porque el gas de
alto horno devuelto al sistema es convertido con vapor de agua pa
ra formar una mezcla de gases de conversión que consiste principa
25 mente en dióxido de carbono e hidrógeno y a partir de esta se eli
mina por lavado el dióxido de carbono, y porque finalmente el hi
drogeno procedente de la mezcla de gases de conversión es mezclad
con la mezcla de gases de gasificación para la generación de un gas

reductor con una proporción en volumen de monóxido de carbono/hidrógeno de aproximadamente 1:1 o menor.

5 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la gasificación del portador de carbono se lleva a cabo de manera tal que resulta una mezcla de gases de gasificación con una temperatura de aproximadamente 1.600°C, porque el hidrógeno procedente de la mezcla de gases de conversión, -- después de la eliminación por lavado del dióxido de carbono y del vapor de agua, es calentado a una temperatura de aproximadamente 400°C, y porque el gas reductor formado a partir de la --

10 mezcla de gases de gasificación y del hidrógeno, después de purificación mecánica y purificación con respecto de azufre, es -- introducido en el proceso de reducción a una temperatura de -- aproximadamente 1.000°C.

15 3.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas de alto horno, después de enfriamiento y purificación, es calentado a aproximadamente 400 - hasta 600°C, y a esta temperatura es convertido con un exceso - de vapor de agua.

20 4.- Instalación para la realización del procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque habiéndose previsto que consta de un alto horno para la reducción de mineral de hierro, de un aparato reformador y de un equipo para la devolución al sistema de gases de alto horno con refrigerador y purificador de gases de alto horno,

25 se establece un reactor al oxígeno para la gasificación de carbón en calidad de aparato reformador y por un convertidor de monóxido de carbono hecho funcionar con vapor de agua en el equipo

para la devolución al sistema de gases de alto horno, estando -
conectada detrás del convertidor de monóxido de carbono una to-
rre de lavado para eliminar por lavado dióxido de carbono y va-
por de agua, y el hidrógeno así obtenido puede ser introducido
5 en el alto horno conjuntamente con la mezcla de gases de gasifi-
cación procedente del aparato reformador a través de un equipo
de purificación.

5.- Instalación según las reivindicaciones anteriores,
caracterizada porque el convertidor de monóxido de carbono está
10 dispuesto detrás de un puesto de lavado en húmedo, preferible-
mente detrás de un puesto de lavado en húmedo Venturi, para el
gas de alto horno devuelto al sistema, y está combinado con un
calentador, y porque detrás de la torre de lavado para eliminar
por lavado dióxido de carbono está dispuesto otro calentador pa-
15 ra el ajuste de la temperatura de hidrógeno a la temperatura de
adición a la mezcla.

6.- Instalación según las reivindicaciones anteriores,
caracterizada porque el equipo de purificación situado entre el
aparato reformador y el alto horno consiste en un ciclón y en -
20 una torre de purificación con respecto de azufre, en la que los
gases son desulfurados a una temperatura de 1.000°C.

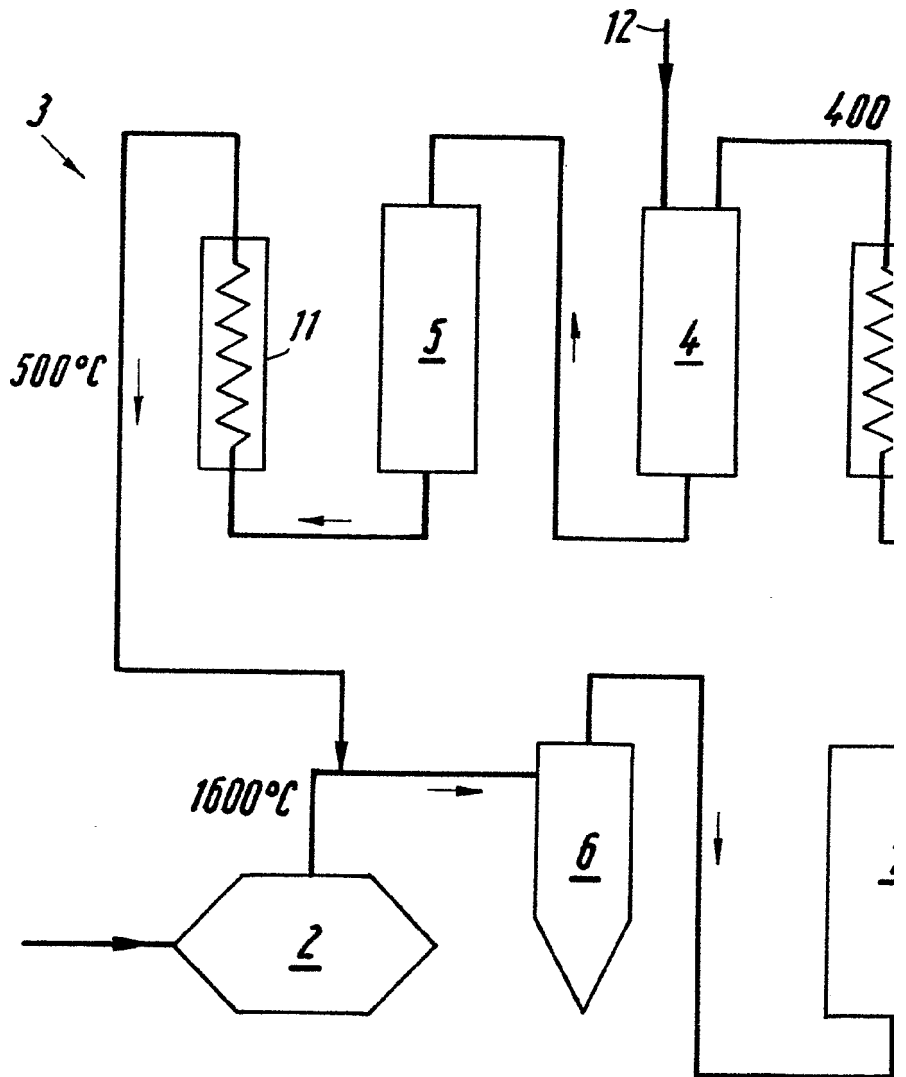
7.- PROCEDIMIENTO E INSTALACION PARA LA REDUCCION DE
MINERALES DE HIERRO.

Tal como se describe y reivindica en la presente Memo-
ria Descriptiva que consta de once hojas, escritas a máquina --
25 por una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

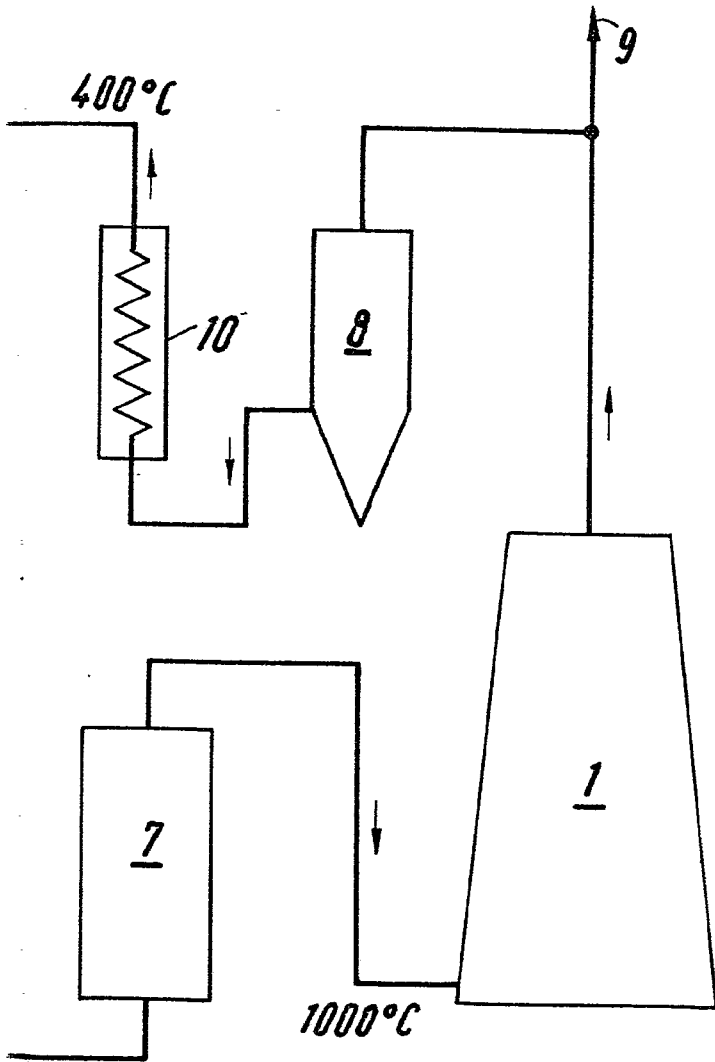
Madrid, - 8 AGO. 1975

CARLOS FERNANDEZ CABRILAS
P.P.





Temperatura variabile



15-827 8 Agosto 1.975

CARLOS FERNANDEZ GONZALEZ
P.R.