



para producir otros metales distintos del hierro, que se reducen directa o indirectamente por medio de carbones entremezcladas, como carbón vegetal, cok, antracita, turba, etc.

Según el invento, el calor necesario para reducir y derretir metales y escorias se obtiene haciendo circular en el horno los gases que en él se formán, quemando una parte de los gases circulantes, antes de entrar en la parte inferior de la capa de mineral a medio reducir y carbón, por medio de oxígeno puro o casi puro.

Como se deja circular en el horno un exceso de CO, la temperatura de combustión y la consiguiente de caldeo pueden mantenerse al grado que se quiera. Si, por ejemplo, se insuflan 13,5 O<sub>2</sub> en 115 CO, se obtiene un gas compuesto de 88 CO + 27 CO<sub>2</sub> de 1700°C. En este caso, la reacción sigue este curso:

$$9 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 88, \text{CO} + 27 \text{ C} + 27 \text{ CO}_2 = 18 \text{ Fe} + 115 \text{ CO} + 27 \text{ CO}_2.$$
 115 CO + 27 CO<sub>2</sub> salen del horno, se enfrían y lavan convenientemente, y atraviesan luego un aparato con el fin de sacar los 27 CO<sub>2</sub>. Esto puede hacerse por transferencia en estado líquido, o congelando con sujeción al procedimiento de Linde, o por absorción en agua comprimida, o mediante absorción química en carbonato alcalino, que se recupera en forma conocida. El gas limpio, consistente ahora en 115 CO, se devuelve al horno, caliente o frío, y se quema de nuevo en parte con 13,5 O<sub>2</sub>, reproduciéndose el proceso ya descrito, que consiste en hacer pasar los gases a través de la carga. En la práctica



no hace falta lavar todo el CO<sub>2</sub>; limitándose a una absorción de 85% CO<sub>2</sub>, se produce el equilibrio tan pronto como el gas se compone de 115 CO + 4,75 CO<sub>2</sub>. Variando la cantidad de los gases circulantes, así como la de oxígeno y carbón, puede alterarse la temperatura de reducción y en algunos casos determinados la de fusión; pero es evidente asimismo que cuando las proporciones entre el oxígeno y el carbono se ajustan debidamente, se quema u oxida todo el carbono, trocándose en ácido carbónico, sin que resulte exceso alguno de óxido de carbono.



En el dibujo adjunto, las figuras 1, 2 y 3 representan en sección longitudinal tres altos hornos distintos, apropiados para realizar este procedimiento.

En la figura 1, designa 1 la cuba de ladrillo refractario, como es costumbre, 2 la plataforma de carga, 3 el tragante y 4 el tubo de salida para el gas de circulación; 5 es un tubo de admisión para el gas circulante, unido al tubo anular 6. El gas se introduce por los ramales 7 en canales 8, donde en cierto modo refrigera la parte inferior de la pared de la cuba y la bóveda de debajo; 9 es un tubo de admisión para oxígeno, unido al tubo anular 10. Por los tubos derivados 11 se insufla el oxígeno en la cámara de combustión, donde se mezcla con el gas circulante, una parte del cual quema; 13 representa la armadura, y 14 el fondo de la misma; las paredes o tabiques radiales de en medio 15 sostienen la cuba, dividiendo además los canales y la cámara de combustión en secciones apropiadas. La armadura tiene,

como de costumbre, timpa y orificio de sangría, suprimidos en el dibujo.

La forma de ejecución conforme a la figura 2, sirve especialmente para producir acero o hierro formado, así como otros metales. El número 16 designa la cuba del horno, 17 la plataforma de carga, 18 el tragante, 19 un tubo de descarga para el gas de circulación, 20 un tubo de admisión para el gas circulante, unido al tubo de distribución 21. Por las derivaciones tubulares 22 se introduce el gas en el canal o los canales 23, donde en cierto refrigera la pared de la cuba y la bóveda de debajo, y se caldea ligeramente a la vez; 24 es un tubo de admisión para oxígeno, unido al tubo de distribución 25. El oxígeno pasa por los tubos derivados 26 a la zona de combustión y fusión 27, provista convenientemente de fondo abovedado; 28 es una trampilla para reparaciones, y 29 un orificio de sangría para hierro y escoria; 30 es el piso del horno, hecho de material muy resistente al fuego y a la escoria, por ejemplo, de mineral de circonio.

En la figura 3 se representa otra forma de ejecución de un horno, muy a propósito, para producir esponja de hierro. En este caso conviene que los gases, antes de volver al horno, atraviesen un carburador. En el carburador debe introducirse una cantidad de oxígeno, para quemar parte de los gases circulantes, y los gases calientes se hacen pasar luego por un montón de carbón, volviéndose al horno de reducción, como antes se ha explicado.

La parte baja de la cuba se dispone como una cámara en la cual la esponja de hierro se enfría por medio de placas de pared 31 refrigeradas; 32 es un



aparato de reducción para la esponja de hierro. El horno de reducción se une por medio de tubos de gas con un regenerador 33, donde los gases dejan una gran parte de su calor y se expulsan luego por el tubo 45. Una vez limpios y libres de  $CO_2$ , se vuelven al generador por el tubo 34, y allí se caldean previamente, para pasar a continuación por un carburador colocado más arriba. El carburador tiene una cámara de combustión 36, donde se introduce una cantidad de oxígeno por el tubo 37 en los gases, para quemar una parte de éstos. Luego se pasan los gases calientes por el montón de carbón 38, a fin de carburarlos. En la cámara 39, el gas carburado se mezcla con una cantidad de gas que del regenerador 33 se hace pasar directamente a la cámara 39. De esta cámara 39 vuelven los gases otra vez al horno, donde una parte de los mismos se quema con oxígeno, como antes se ha explicado.



12 MA

En ciertos casos puede presentar la carga tendencia a agarrotarse o estancarse, y la presión en la cuba descompone fácilmente antes de tiempo las tabletas quebradizas, especialmente las que contienen carbón vegetal. Para evitar esto, puede darse a la cuba una sección transversal cuadrada o rectangular, y disponerse en la cuba, en sitios adecuados, unos órganos giratorios u oscilantes, de tal modo que en parte compensen o neutralicen la presión del montón de material, evitando con su rotación que el material se estanque o agarrote durante su paso por la cuba. De este modo, puede mantenerse dentro de razonables límites la resistencia contra los gases termorradiantes y en parte reductores, durante

su, paso a través de la carga. Esta disposición de cubo es la mejor para producir hierro en esponja.

Para una carga más pulverulenta, puede combinarse un horno bajo de cuba, en forma conocida, con uno o varios tambores giratarios reclinados, de caldeo previo o de reducción.

Calculando bien las proporciones entre oxígeno y mineral, por el presente invento puede producirse acero o hierro de un contenido en carbono muy aproximado al que se pretende, o bien una esponja de hierro practicamente sin carbono.

El oxígeno requerido por el procedimiento puede producirse de diversas maneras. Un método es el procedimiento de Linde, por el cual se obtiene el oxígeno rectificando aire líquido; otro es la descomposición electrolítica de agua, por la que a la vez se obtiene hidrógeno. La producción electrolítica es la mejor cuando es posible una disminución especial del hidrógeno, con el fin de que el oxígeno resulte más económico. En tales casos, cuando se dispone de corriente eléctrica barata y el carbón es caro, puede insuflarse el hidrógeno a una parte de él por lo menos en el horno, reduciendo así el consumo de carbón. De los dos ejemplos apuntados de fabricación de oxígeno, el primero suele preferirse por el escaso consumo de energía.

El oxígeno puede conservarse en recipientes apropiados, bien como gas o en forma líquida. De este modo puede disponerse de un depósito o una provisión de reserva, para que una interrupción breve de la producción de oxígeno no tenga influencia direc-



612 MA

ta sobre el funcionamiento del horno.

Frente a los altos hornos corrientes, uno que funcione conforme al presente invento ofrece la ventaja de un considerable ahorro de carbón, neutralizado en parte por un consumo más elevado de fuerza; pero aun en el caso de fabricarse el oxígeno de aire líquido, mediante máquinas movidas por motores de vapor o de combustión, el consumo total de carbón por tonelada resulta bastante menor. Como el oxígeno se consume por completo antes de entrar el gas en el montón de carga, y existe un gran exceso de CO, no puede oxidarse el hierro ya reducido, como sucede en los altos hornos ordinarios,



En la fabricación directa de acero o hierro forjado, el presente invento tiene frente a los procedimientos electrotérmicos hasta ahora seguidos la ventaja de un consumo de fuerza mucho menor, y de requerir temperaturas mínimas más bajas, lo que fatiga menos el horno, aparte una distribución más igual de la temperatura en la cámara de fusión y más facilidad de regular la temperatura de fusión. Cuando se fabrica esponja de hierro, la posibilidad de una temperatura constante de reducción es de gran valor.

- o - N O T A - o -

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTI años, son los siguientes:

1º. - Un procedimiento para reducir

metales de minerales en altos hornos, con ayuda de material carbonoso, caracterizado por hacer circular gases combustibles producidos por el proceso de reducción, insuflando en esta corriente de gases oxígeno que los quema en parte, para obtener el calor necesario de reducción y fusión, después de lo cual los gases así caldeados se introducen en la carga, compuesta de mineral reducido en parte y carbón, y contenida en la parte baja del alto horno.

2°. - Un procedimiento conforme se reivindica en el punto 1°. , caracterizado por quemarse el gas circulante con oxígeno en la cámara de fusión, hecha en forma de hogar cerrado.

3°. - Un procedimiento conforme se reivindica en los puntos 1°. y 2°. , caracterizado por ajustarse los canales en que se mezcla el oxígeno con los gases de circulación, parte de los cuales quema, de modo que no quede sobrante alguno de oxígeno libre en los gases calientes, cuando la carga los comprime.

4°. - Un procedimiento conforme se reivindica en los puntos 1°. a 3°. , caracterizado por despojar en forma conocida los gases circulantes, después de su paso por el horno, de su contenido en ácido carbónico o de una parte de él.

5°. - Un procedimiento conforme se reivindica en los puntos 1°. a 4°. , caracterizado por introducirse los gases de circulación en el horno de tal modo que refrigeren la tapa o bóveda de encima de las cámaras o nacales en que tiene lugar la combustión parcial de los gases con oxígeno.

6°. - Un procedimiento conforme se reivindica en los puntos 1°. y 2°. , caracterizado por quemarse con oxígeno una parte de los gases de circula-



ción libres por completo o en parte de CO<sub>2</sub>, antes de su retorno, pasando a continuación la mezcla de gas así caldeada, o una parte de ella, a través de carbón, para carburarla.

7º. - Un procedimiento para reducir metales de sus minerales.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña, y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de nueve hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 3 de mayo de 1929.

P. A.  
Alberto de Roxaburu  
Por Poder



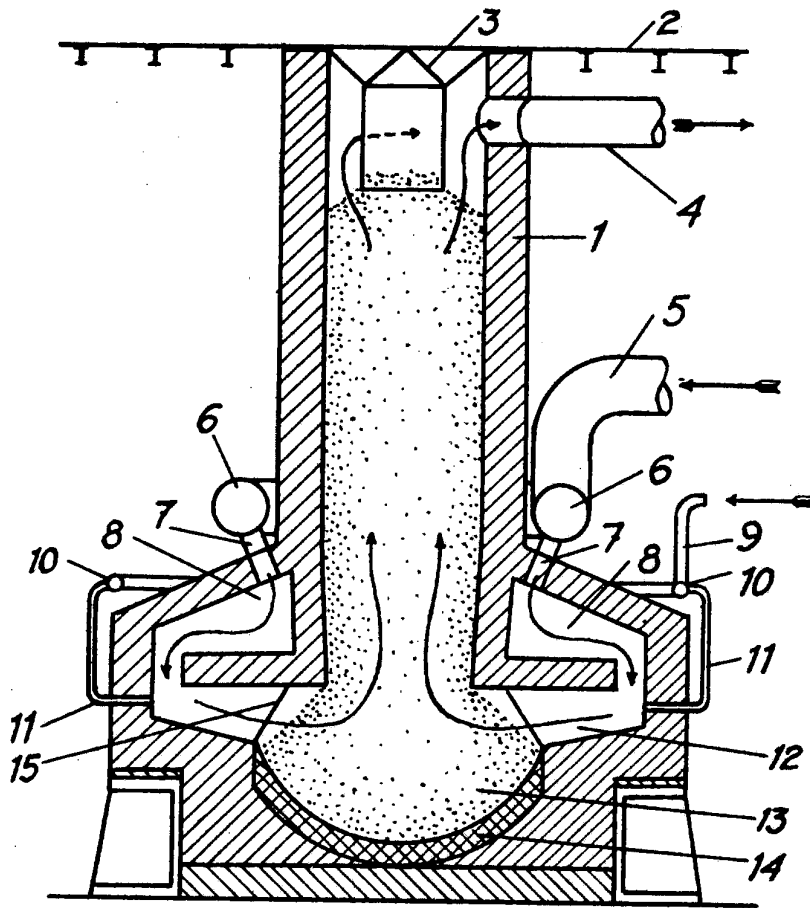


Fig. 1.

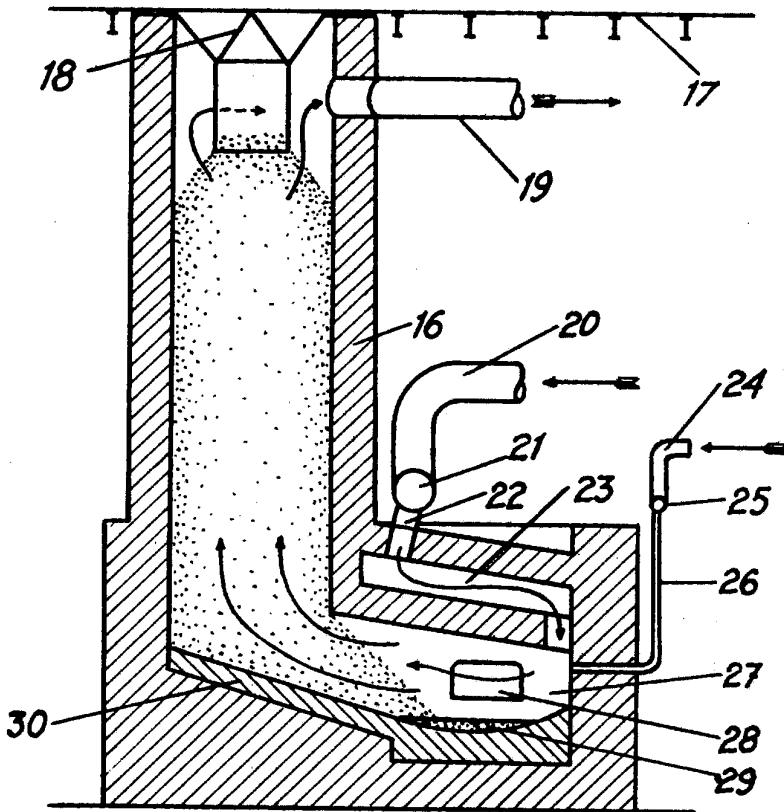
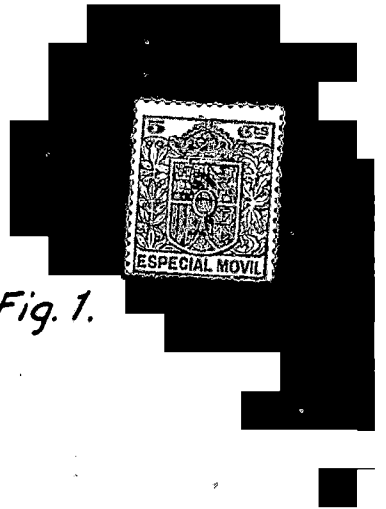


Fig. 2.

P.A.

*Handwritten signature or text at the bottom right of the page.*

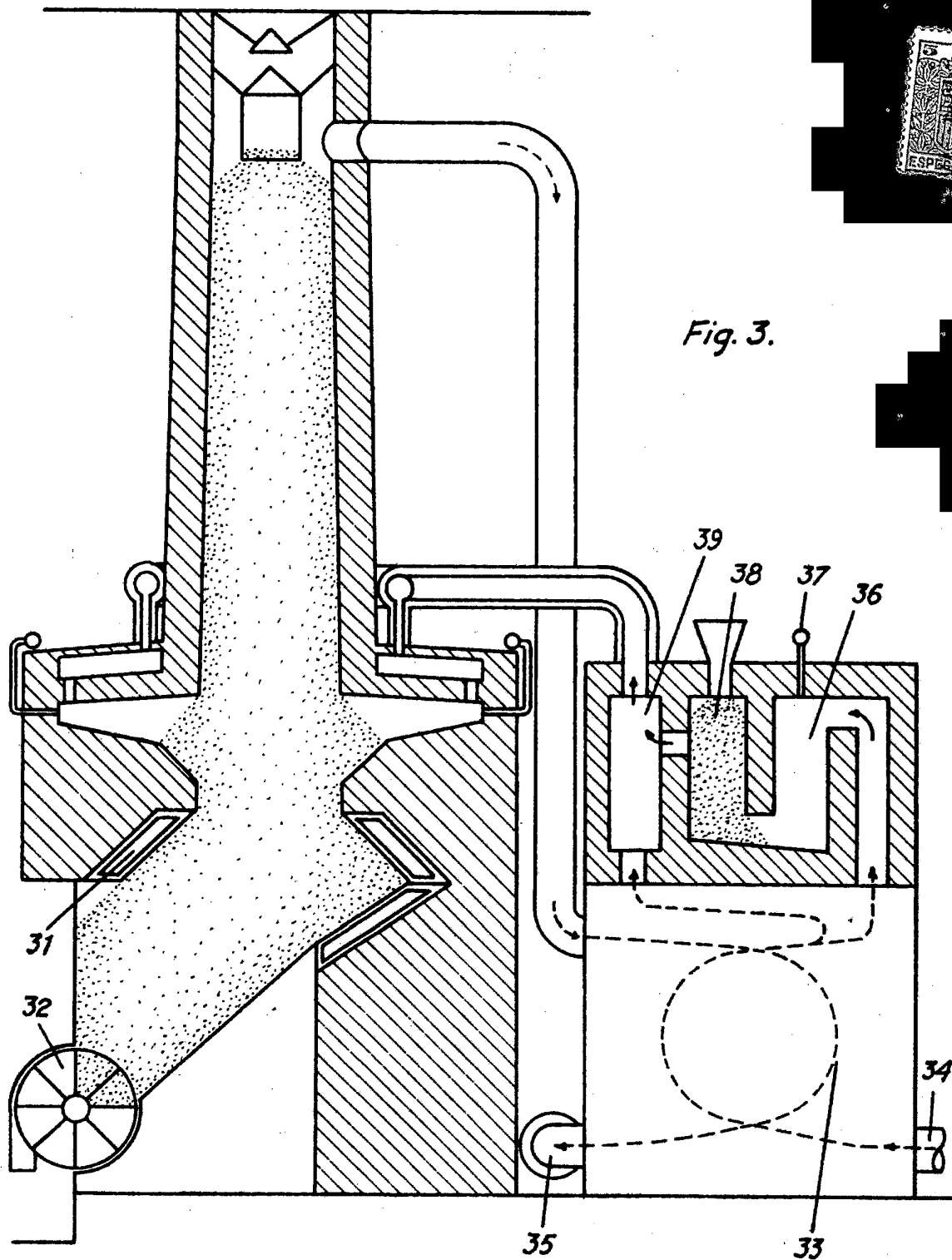
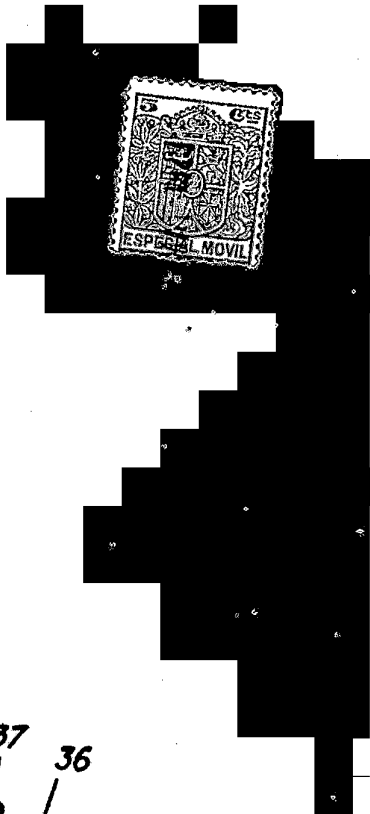


Fig. 3.



P.A.

*[Handwritten signature]*