



no, ó de unas aleaciones de esos metales, como por ejemplo, hierro ó unas aleaciones de hierro, partiendo de sus minerales oxidados y empleando el carbono como agente reductor, carbono que, si se quiere, se puede substituir en parte por otros agentes reductores, como el ferrosilicio, el ferromanganeso, ó el aluminio.

Ya se ha propuesto un procedimiento de esa clase, con arreglo al cual una mezcla de mineral oxidado y de un agente reductor se reduce y se funde en un horno eléctrico, flotando ó sobrenadando esa carga en un baño de escorias que ocupa el horno, y disponiéndose en éste uno ó más electrodos capaces de subir ó de bajar.

Se ha observado que era difícil, particularmente para la fabricación de metales con alto punto de fusión, como por ejemplo, la del hierro pobre en carbono, de hierro que contenga cromo, de aleaciones ricas, y demás, mantener en diversas partes del horno la temperatura de tal suerte que sea la más ventajosa para la reducción y la colada del metal.

El fin que con el invento se persigue es el de permitir una regulación precisa de la temperatura en el horno, tanto durante la reducción y la fusión como durante la colada del metal.

Consiste el invento en el hecho de que la temperatura del baño de escorias y del metal fundido, ya reducido, por debajo del baño de escorias, se regula durante la operación, modificándose el funcionamiento del horno (con arco y resistencia, ó con resistencia solamente), por variación de la altura del electrodo ó de los electrodos por encima del fondo del expresado horno, y concentrándose así el calor engendra-



2

do en diferentes capas del baño de escoria.

La mezcla de mineral oxidado y de agente reductor conviene que se encuentre en forma de briquetas ó de trozos, que se carguen de una manera continua, ó por intermitencia, en el baño de escorias, siendo tal la alimentación que la carga se reparta lo más uniformemente posible sobre el expresado baño de escorias.

Como ya hemos dicho, una de las ventajas del procedimiento objeto del invento consiste en el hecho de que en cada parte del horno se puede regular la temperatura con arreglo á las necesidades de las diversas fases del citado procedimiento. Por ejemplo, cuando los óxidos metálicos de la carga se encuentran en vías de reducción, conviene que marche el horno con un arco luminoso entre el electrodo ó los electrodos y el baño de escorias, ó con el electrodo ó los electrodos puestos prácticamente en contacto con dicho baño, de suerte que el calor se le proporciona principalmente á la superficie superior ó á la zona superior del mencionado baño, esto es, en el sitio donde se efectúan la reducción y la fusión y, por consiguiente, donde las necesidades de calor son más importantes.

Cuando el electrodo ó los electrodos entran prácticamente en contacto con el referido baño de escorias, el arco subsiste por el hecho de que la parte superior de ese baño se compone esencialmente de trozos de diversos tamaños, más ó menos separados entre sí, de modo que dicho arco se divide en diversos arcos pequeños entre los expresados trozos. Además, el electrodo ó los electrodos pueden hallarse solo parcialmente en contacto con el precipitado baño de escorias, y en



2

ese caso se producen unos arcos entre el baño y las partes del electrodo ó de los electrodos que no se encuentran en contacto con el aludido baño.

Durante la reducción se puede regular el calor modificando la posición del electrodo ó de los electrodos con respecto al baño, á partir de una cierta distancia, hasta quedar prácticamente en contacto, al final de la reducción, de modo que se forma un arco entre el electrodo ó los electrodos y el baño de escorias.

Por el hecho de que el calor se engendra de ese modo, resulta que los electrodos no se ponen en contacto con la escoria y con la carga sino en una medida limitada, ó aun en ninguna proporción, lo que evita, de una parte, la carburación del metal reducido por el carbono de los electrodos, y de otra por el ataque demasiado pronunciado de los electrodos merced á los óxidos metálicos del baño. Es sin embargo ventajoso, antes de la colada del metal, al efecto de conseguir una temperatura suficientemente alta, hacer que funcione el horno, durante un tiempo apropiado, con los electrodos introducidos todo lo más profundamente posible en la escoria, esto es, con esos electrodos lo más próximo posible al baño metálico, sin que se llegue á cabo, sin embargo, el contacto con dicho baño.

El calor se desarrolla entonces en la capa de escorias más inmediata al baño metálico, lo que hace que se eleve la temperatura del metal que entra en contacto con la citada capa de escorias. Como quiera que cuando los electrodos descienden más en la escoria se reduce la resistencia de ésta, la tensión entre



los electrodos debe mantenerse, naturalmente, mas baja que durante la reduccion. La disposicion electrica del horno debe establecerse, por consiguiente, de tal modo que cuando la tension disminuya pueda aumentar la intensidad de la corriente, guardando la debida relacion, á fin de dar al horno en todo momento la misma cantidad de energia.

Durante la reduccion conviene interrumpir la carga, ó efectuarla á intervalos relativamente cortos. Igualmente se puede conseguir la elevacion de la temperatura del metal que ocupe el fondo del horno, marchando con arco ó con resistencia, y entrando también los electrodos lo menos posible en la escoria, interrumpiéndose la carga durante un tiempo apropiado antes de la colada.

Ese modo de funcionamiento produce, sin embargo, mayor deterioro en el horno toda vez que la temperatura en la parte superior es más alta que cuando, durante el mismo periodo, como ya hemos dicho, funciona el horno por resistencia, yendo los electrodos dispuestos lo más inmediato posible al baño metálico.

Después que el metal haya alcanzado, de una manera cualquiera, una temperatura conveniente para la colada, suele ser ventajoso, en particular cuando la carga contenga materias que lleven azufre, desulfurar el metal de una manera conocida, antes de la colada y defosforarlo igualmente, si preciso fuese. Esa desulfuración debe efectuarse con una temperatura alta á fin de que se pueda obtener una buena eliminación del azufre. La escoria que entra en contacto con el metal debe hallarse además, por decirlo así,



completamente desoxidada al objeto de que se pueda combinar con el azufre que se extrae del hierro. Por esa causa es necesario evacuar total ó parcialmente la escoria resultante de la reducción de la carga, por lo que respecta al azufre, introduciendo en el horno unas materias apropiadas, como por ejemplo, cal viva y carbón, y también espatofluor, si preciso fuese, á fin de que la escoria resulte más fluida y, por consiguiente más apta para la reacción.

Luego se pone en funciones el horno, formando un arco dirigido hacia la delgada capa de escoria que se encuentra por encima del metal. El metal, y mejor aun la escoria, se calienta entonces mucho y va esa escoria á combinarse con el azufre del metal y formar sulfuro de calcio. Como consecuencia de la temperatura alta que la escoria alcanza por la acción del arco, la cal y el carbón se combinan, formando carburo de calcio que desoxida á la escoria, de modo que esta última pueda absorber el azufre. Se elimina esta escoria rica en azufre, antes de la colada, de modo que, al descenso de la temperatura, no entre el azufre en el baño de metal.

El procedimiento de que nos vemos ocupando se puede realizar en un horno cualquiera que tenga unos electrodos capaces de subir y bajar y ponerse en contacto con la escoria. Cuando se hace uso de diversos electrodos, conviene disponer éstos de tal modo que con independencia puedan subir y bajar. El electrodo ó los electrodos se pueden disponer verticalmente, ó inclinados uno hacia otro. Es igualmente posible emplear uno ó mas electrodos montados de



modo que puedan bascular y entrar en acción de una manera cualquiera. Lo único esencial es que la superficie del electrodo, por la que se efectúa la entrada ó la salida de la corriente eléctrica, pueda colocarse en diversas posiciones con respecto al baño de escoria ó en su relación con el metal fundido, esto es, que se pueda modificar la distancia que medie entre la superficie activa del electrodo y el metal fundido.

Se podrán emplear unos hornos del tipo Héroult, en los que todos los electrodos descienden de la bóveda hacia el baño de escorias, ó penetran en ese baño. Es sin embargo más ventajoso, en el procedimiento que nos ocupa, emplear unos hornos de solera conductora, ó que tengan en la solera uno ó más electrodos, de manera que dicho horno pueda funcionar pasando la corriente de uno ó de más de uno de los electrodos superiores, hacia la solera ó hacia el electrodo de abajo, ó viceversa, cuando menos temporalmente. Así se podrá regular con facilidad, con arreglo á las necesidades, la temperatura de la escoria y del metal, por el hecho de que cuando entra en servicio, por ejemplo, un electrodo de abajo y cuando el horno funciona por resistencia en la escoria, el calor se concentra más en la parte inferior, esto es, en el metal.

El invento es particularmente apropiado para la fabricación de un metal pobre en carbono, cuando la carga que se introduce en el horno se prepara por medio de mineral muy triturado y de carbón muy menudo, ó de una materia muy menuda ó dividida, que contenga carbón, substancias que, después de una buena mezcla,



si preciso fuese recurriendo al empleo de un trabante, y combinándose con un secado previo, si así se quiere, reciben la forma de briquetas ó de trozos, inmovilizándose las partículas del agente reductor y los granos del mineral en su relación entre sí. Esos trozos se pueden someter entonces á un secado ó á un endurecimiento al aire ó en otra atmósfera apropiada.

Se ha observado que durante la reducción de una carga previamente tratada de esa manera, regulando la temperatura con arreglo al procedimiento, se logra una economía considerable de corriente eléctrica, y que es muy fácil conseguir en el metal la temperatura conveniente para la colada. Como quiera que una buena temperatura de colada ejerce, particularmente por lo que respecta al hierro, una influencia considerable en la calidad del hierro ó del acero, tratándose de la colada en concha ó en unos moldes de hierro fundido, la posibilidad de una buena regulación de la temperatura del metal es de gran importancia.

El invento no se limita en modo alguno al metal ó á los metales, ni á los trabantes ó materias adicionales que á título de ejemplo hemos citado, sino que engloba la fabricación, de la manera indicada, empleando cualesquiera trabantes apropiados tanto de los metales capaces de combinarse con el carbono, como de sus aleaciones.

Esta solicitud, que corresponde á la presentada en Suecia en 27 de noviembre de 1924, bajo el número 3606, se acoge á los beneficios del artículo 16 de la Ley de Propiedad Industrial.



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

1º - Un procedimiento para la fabricación directa del hierro y de otros metales que se combinen con el carbono, como asimismo de sus aleaciones, partiendo de sus minerales oxidados, empleándose, en su totalidad ó en parte, el carbón como agente reductor, carga que se echa en un baño de escorias, en un horno eléctrico provisto de uno ó más electrodos que puedan subir y bajar, caracterizado dicho procedimiento por el hecho de que la temperatura tanto en el baño de escorias, como en el metal reducido y fundido, por debajo de ese baño, se regula durante el funcionamiento, debido á que el horno, por modificación de la altura del electrodo ó de los electrodos por encima de dicho baño, puede funcionar mediante arco y resistencia, ó por resistencia solamente, concentrándose así, por lo tanto, el calor engendrado, en diferentes capas del baño de escoria.

2º - Un procedimiento como el reivindicado en el punto anterior, caracterizado por el hecho de que el calor se concentra en la parte superior del baño de escorias, durante la reducción.

3º - Un procedimiento como el reivindicado en los puntos 1º ó 2º, caracterizado por el hecho de que, durante la reducción, funciona el horno con el electrodo ó los electrodos verticalmente movibles y dispuestos en tales posiciones que se obtiene la formación de arcos entre dichos electrodos y el ba-



ño de escorias.

4º - Un procedimiento como el reivindicado en los puntos 1º ó 2º, caracterizado por el hecho de que, durante la reducción, funciona el horno con el electrodo ó los electrodos verticalmente movibles, en tales posiciones que prácticamente van á quedar en contacto con el baño de escorias.

5º - Un procedimiento como el reivindicado en los puntos 1º, 2º, 3º ó 4º, caracterizado por el hecho de que, durante un tiempo apropiado antes de la colada, se hace que funcione el horno con el electrodo ó los electrodos introducidos en el baño de escorias, á fin de que el metal alcance una temperatura alta antes de esa colada.

6º - Un procedimiento, como el reivindicado en cualquiera de los puntos precedentes, con introducción prácticamente continua de la carga durante la reducción, caracterizado por el hecho de que la introducción de esa carga se interrumpe durante un tiempo apropiado, antes de la colada, en tanto que dicho horno funciona ocupando el electrodo ó los electrodos tales posiciones que se mantenga una temperatura de colada conveniente.

7º - Un procedimiento como el reivindicado en cualquiera de los puntos precedentes, caracterizado por el hecho de que antes de la colada del metal, después de la evacuación completa ó parcial de la escoria formada durante la reducción, se hace que funcione el horno con los electrodos verticalmente movibles ocupando tales posiciones que entre el electrodo ó los electrodos y el baño se formen uno ó más arcos, á fin de que se desoxide y se desulfure el metal,



de un modo conocido, con adición de materias propias para lograr la desulfuración y, por ejemplo, tanto de cal viva y de carbón, como de espatofluor.

8º - Un procedimiento como el reivindicado en cualquiera de los puntos anteriores, en el que se utilice un horno de solera conductora ó que tenga uno ó más electrodos en su parte de abajo, caracterizado dicho procedimiento por el hecho de que cuando el calor se deba concentrar hacia la solera, de dicho horno, esto es, en el metal, funciona dicho horno de tal modo que la corriente pasa de uno de los electrodos verticalmente movibles ó de más de uno de ellos, hacia la solera ó hacia los electrodos de abajo, ó viceversa.

9º - Un procedimiento para la fabricación directa del hierro y de otros metales que se combinan con el carbono, como asimismo de sus aleaciones.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

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

Madrid, 26 de noviembre de 1925

P. A.

Alberto de Elzaburu

Por Poder

