



REGISTRO DE LA  
PROPIEDAD INDUSTRIAL  
ESPAÑA

① N.º de publicación: ES 2 005 685

② Número de solicitud: 8703214

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>: C21B 3/04

⑫

PATENTE DE INVENCION

A6

② Fecha de presentación: **11.11.87**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **16.03.89**

④ Fecha de publicación del folleto de patente:  
**16.03.89**

⑦ Titular/es: **María Luisa López Pérez  
Jolastoquieta, 5  
Vizcaya, ES**

⑦ Inventor/es: **López Pérez, Luis María**

⑦ Agente: **Diaz de Bustamante Terminel, Isidro**

⑤ Título: **Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas.**

⑤ Resumen

La invención concierne a un procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, en orden a conseguir un producto que pueda ser comercializado como "chatarra", en lugar de como "mineral", como sucede en los procedimientos convencionales, ya que el precio de mercado de la chatarra, es considerablemente más alto que el mineral. En dicho procedimiento se establece una fase de trituración, a continuación una primera separación magnética, seguidamente una primera clasificación, a continuación una primera molturación, seguidamente una segunda separación magnética, clasificación y molturación, a continuación una concentración magnética, después una tercera clasificación, seguidamente una separación de impalpables y por último una separación de estériles definitivos.

## DESCRIPCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, con el que se consigue alcanzar un "concentrado" con una riqueza superior al 80 % en hierro y un rendimiento lo suficientemente elevado para permitir su comercialización como chatarra de hierro, en la producción de acero, con el consiguiente beneficio económico basado en la diferencia de precio existente entre el mineral y la chatarra.

Como es sabido, en la obtención industrial de hierro bruto, por medio de Horno Alto, así como en el proceso de refinado y producción de acero mediante convertidores Thomas Bessemer, Martin-Siemens, etc., se generan grandes cantidades de escorias impregnadas por hierro metálico y óxidos del mismo, en concentraciones tales que han motivado el estudio de su separación, durante la larga historia de la Siderurgia.

Los procedimientos de extracción más avanzados logran un "todo uno" con una riqueza en hierro situada en un 60 %. Este hecho contempla, únicamente, la posibilidad de comercializarlo como mineral, dirigido a la obtención de hierro bruto, en Horno Alto.

Los sistemas que historicamente han sido desarrollados son muy diversos, pudiendo establecerse dos grandes grupos:

a) Sistemas mecánicos.

En estos sistemas, una vez machacada y triturada la escoria, se prepara para seleccionarla para tamaños a través de una serie de cribas, con las que se consigue una chatarra de hierro impurificada por parte de la escoria que permanece atrapada y un "todo uno" con una riqueza del 30 % en hierro, ni siquiera utilizable como mineral.

b) Sistemas electromecánicos.

En estos sistemas, una vez preparada la escoria, por trituración de la misma, se retiran los trozos de hierro con potentes imanes. El resto se pasa por una cabeza magnética que separa unos "estériles" sin significación comercial, de un "todo uno" con una riqueza en hierro situada entre el 50 y el 60 %. Esta concentración le dispone como producto con posibilidad de ser aceptado como mineral, en el proceso de obtención de hierro bruto, dentro del Horno Alto, siempre y cuando respete los límites de las impurezas permitidas por los siderúrgicos.

Se deduce de lo anteriormente expuesto que con los sistemas convencionales y en el mejor de los casos, se consigue la recuperación de un producto con posibilidades de ser aceptado como "mineral" cuyo costo en el mercado, es considerablemente inferior que el de la "chatarra".

El procedimiento que la invención propone ha sido concebido para conseguir la recuperación de un producto calificable como "chatarra" que consecuentemente presenta un precio 4 ó 5 veces superior al del "mineral" eliminando la problemática anteriormente comentada, derivada fundamentalmente de las impurezas arrastradas en la escoria, que descalifican al producto en el mercado de minerales.

Para ello y de forma más concreta, el procedimiento que la invención propone se materializa

en una sucesión de fases operativas, que concretamente son las siguientes:

A). Trituración

La escoria que proviene de los distintos Hornos Altos o de los diferentes convertidores de transformación, así como la procedente de la inmensa variedad de hornos de fundición y acerías especiales, se procesa para retirar la mayoría de los trozos de hierro de apreciable tamaño que pudieran llevar consigo.

El resto del material pasa por un triturador que lo desmenuza hasta tamaños comprendidos entre 20 mm. y partículas de dimensiones impalpables.

En estas condiciones, la masa resultante de la trituración está compuesta por hierro metálico, diferentes óxidos y sulfuros de hierro y manganeso, distintos fosfatos y silicatos, etc., así como diversas cantidades de elementos químicos, utilizados en hornos de obtención de aceros, entre los que destacan el cromo, níquel y molibdeno, si proviene de la fabricación de aceros especiales.

La escoria, con esa composición y tamaño, se deposita en el interior de una tolva que vierte a un transportador a través de una bandeja vibrante.

B). Primera separación magnética

La característica fundamental, se apoya en la respuesta de una parte de triturado anterior frente a un determinado campo magnético.

Es de sobra conocida la propiedad que tienen los imanes naturales o artificiales, permanentes o no, de atraer hacia sí algunos elementos y compuestos, entre los que se encuentran, preferentemente destacados el hierro y el acero de distintas variedades.

Aprovechando esta propiedad y destacando que, especialmente, el hierro metálico y sus aleaciones, situados en la escoria, pueden ser desviados por la acción de un campo magnético, se hace pasar la masa triturada, mediante el transportador citado en el apartado A), a través de un separador electromagnético.

Este separador está dirigido a la diferenciación de compuestos magnéticos de los que no lo son. Permite tratar con eficacia materiales transportados en capas de grandes espesores o a elevadas velocidades, haciéndolos específicamente recomendados en el tratamiento de escorias férricas.

Está dotado de un dispositivo de descarga automática y continua de los desechos magnéticos, mediante una cinta de limpieza movida por un moto-reductor que retira sistemáticamente los magnéticos atraídos por él.

Así pues, en este separador se diferencian dos grandes bloques: la escoria magnética y la no magnética o "estériles". Esta última se retira de la línea de recuperación, introduciéndola en la tolva de "estériles", donde se retiene para ser tratada al final del proceso.

El material magnético representa un 40-50 % de la escoria tratada, con una riqueza en hierro situada entre el 45 y el 55 %.

Los no magnéticos se encuentran entre el 50 y el 60 % del global pasado por el separador y su contenido en hierro será del orden de 25-30 %, siempre como óxido en su gran mayoría, no pasando del 4 % el hierro metálico encontrado en ellos.

## C). Primera clasificación

La escoria magnética, retirada en el separador anterior, se introduce en un clasificador de cribas selectoras donde se diferencian, mediante tamices de 8 mm. de luz de malla, otros dos nuevos grupos: Material magnético de tamaño superior a 8 mm., que representa el 10-15 % de la escoria tratada, con un contenido en hierro establecido en 85-90 % y materiales magnéticos inferiores a 8 mm., que pueden establecerse en el 30-45 % del total tratado y con un porcentaje en hierro del 45-50 %.

Los materiales magnéticos superiores a 8 mm., se retiran del sistema, situándolos en una tolva receptora para comercializarlos como chatarra de alta calidad. Los magnéticos de tamaños inferiores continúan el proceso de enriquecimiento.

## D). Primera molturación

La razón primordial que explica la ley de hierro en el material magnético separado, es la presencia de escoria como partícipe de las partículas férricas que la componen.

Poco o nada podía hacerse en el enriquecimiento si no pudiera eliminarse del conjunto, después de desnudar las partículas de hierro referenciadas.

Por este motivo, los magnéticos en proceso llegan a un molino, preferentemente de percusión y opcionalmente de barras, bolas o martillos, donde se moltura hasta desprenderse la escoria contenida, parcialmente.

La capacidad del molino estará en función de las producciones objeto de la planta.

## E). Segunda separación magnética

Siguiendo el mismo criterio del apartado B), un segundo separador magnético actúa sobre los materiales molturados anteriormente y, de nuevo, divide una parte magnética de otra que no lo es.

Los nuevos magnéticos diferenciados representan el 18-25 % del global de la escoria inicial tratada, con un contenido en hierro del 60 al 70 %, mientras que el resto no magnético se sitúa entre el 10 y el 12 %, frente a la escoria de partida, y un porcentaje del 25 al 30 % en hierro. Este último material se retira del proceso y se transporta a la tolva de "estériles", donde se almacena para realizar una recuperación posterior.

## F). Segunda clasificación

Los magnéticos separados en el apartado precedente pasan, mediante otro sistema de transporte, a una nueva criba selectora que, a través de tamices de 3-1 y 0,5 mm., se vuelven a diferenciar dos tipos de materiales: magnéticos inferiores a 0,5 mm., con un contenido de hierro del 40 al 45 % y una cantidad del 5-7 % del total de escoria tratada, que se retiran del sistema para procesarlos posteriormente y magnéticos superiores a 0,5 mm. que permanecen en la línea de tratamiento, con una riqueza del 70 al 80 % en hierro y una cantidad situada en el 13-18 % del total del material tratado.

## G). Segunda molturación

Un segundo molino recibe los magnéticos con partículas superiores a 0,5 mm., del apartado F. En él por percusión, vuelve a desprenderse parte de la escoria que envuelve el material férrico y continúa el proceso de enriquecimiento.

## H). Concentración magnética

Los materiales del apartado anterior pasan a un concentrador magnético que consiste en una cinta transportadora, en cuyo interior se encuentran tres conjuntos. El primero está formado por un potente imán permanente, cuya misión es atraer todas las partículas que, conteniendo hierro, puedan llegar de la segunda molturación. El segundo conjunto lo constituyen 8 polos de selección de imanes permanentes, regulables en altura, con la misión de seleccionar por su ley las partículas de hierro atraídas en el primer conjunto. El tercero consiste en un patín magnético que alarga y facilita la evacuación de las partículas férricas capaces de atravesar los polos de selección.

Dos tambores, motriz y de reenvío, junto con un moto-variador de arrastre de la cinta transportadora completan el concentrador.

En esencia, su funcionamiento es como a continuación se describe:

El potente imán permanente, situado directamente sobre el tambor de la cinta transportadora, atraerá y subirá hasta la cinta del concentrador todas las partículas que contengan hierro.

Estas partículas son arrastradas por dicha cinta hacia los polos de selección, con la particularidad de que, en cada paso de un polo al siguiente, están obligadas a girar 180° sobre sí mismas, dejando caer el material no magnético que pudiera estar atrapado.

El campo magnético generado por estos polos se regula aproximándolos o alejándolos, permitiendo seleccionar el material tratado por su concentración férrica.

Las partículas que logran rebasar los ocho polos de selección llegan al patín de evacuación, que las aleja de la zona selectiva, desprendiéndose con facilidad.

También en este caso, se separaría una parte magnética de otra que no lo es.

Los magnéticos separados estarán entre el 12 y el 17 % del material total tratado, con una riqueza aproximada del 83 % en hierro.

Los "estériles" que representan el 1 % del total de la escoria, tienen una riqueza del 25 al 30 % de hierro en forma de óxidos.

## I). Tercera clasificación

Una tercera criba selectora, semejante a la descrita en el apartado F), diferenciaría, nuevamente, partículas inferiores a 0,5 mm., con una riqueza en hierro del 40 al 45 % y una cantidad del 1,5-2 % del total tratado. Las partículas superiores que representan un 11-16 % de la escoria de partida, pasan a una tolva receptora para comercializarse como chatarra del 80 al 85 %, mientras que las inferiores deben tratarse posteriormente.

## J). Separación de impalpables

Los magnéticos inferiores a 0,5 mm., retirados del proceso en la segunda y tercera clasificación de los apartados F) e I), después de almacenarse en su tolva receptora correspondiente, pasan a un separador dinámico. Dicho separador tiene la misión de diferenciar las partículas que entran en él, en dos conjuntos de una determinada densidad.

Su sistema de accionamiento está compuesto por un motor en posición vertical que transmite

el movimiento al eje dinámico, mediante correas trapezoidales.

El motor que activa el sistema descansa sobre una bancada, atornillado al bastidor soporte del sistema dinámico de selección y situado sobre la cubierta.

El eje del separador acciona un plato de distribución, las palas auxiliares, el cono del ventilador y las palas del ventilador principal.

El conducto de alimentación está conectado, directamente, al cono de alimentación.

La cámara de selección previa está formada por el tambor interior y cono que encierra el plato de distribución y las palas auxiliares. La fijación del cuerpo interior y cono, a la carcasa del selector, se realiza por los brazos de apoyo.

Sobre la cubierta del tambor y cono, se deslizan las válvulas de selección, montadas en la carcasa del selector por medio de los apoyos de fijación.

Bajo el cono del tambor interior, están dispuestas las palas de orientación para el aire.

El cono de residuos se sitúa bajo las palas orientadoras y se fija a la carcasa del selector por los brazos de apoyo, atravesándola al conducto de descarga el cono, para acabar en la brida vertedero.

La carcasa del selector está dividida en dos cuerpos principales: El cilindro superior, donde se realiza la separación del producto y el cono inferior, o cono de recogida de finos.

En este equipo que se describe, el eje del sistema dinámico, con el que giran los distintos elementos de selección de partículas, se accionan desde por medio de correas y poleas.

El producto penetra a través de la canaleta de alimentación y cae al plato de distribución para ser expelido, por la fuerza centrífuga resultante, contra las paredes del tambor interior y cono. Las partículas de mayor masa alcanzan las paredes, perdiendo velocidad en el choque y cayendo en el cono de residuos, por gravedad, para ser extraídas por el conducto de descarga.

Las partículas de menor masa se ven arrastradas por la corriente de aire creada por las palas del ventilador principal. En su camino ascendente encuentran las paletas auxiliares o paletas de selección, que tiene dos misiones principales. Primeramente actúan como un ventilador antagonico, obstaculizando el paso a las partículas y creando en segundo lugar, un torbellino centrífugo.

La acción obstaculizadora retarda el avance ascendente de las partículas de mayor tamaño, lanzándolas sobre las paredes del tambor interior, por la fuerza centrífuga resultante, cayendo el cono de residuos por gravedad.

Las partículas finas que no son rechazadas, se absorben por el ventilador principal que las impulsa contra las paredes inferiores del cuerpo superior del selector y caen al cono de recogida de finos para ser extraídas por la boca de descarga.

El aire, libre de partículas, se aspira por el ventilador principal, pasando al interior del tambor y cono, a través de las palas orientadoras para, de nuevo, iniciar el ciclo anterior.

Como resultante, quedan separados dos grandes grupos de partículas, en función de su densidad. El primero representa el 3-4 % del total de la escoria tratada, con la riqueza del 65 al 75 % en hierro y el segundo, el denominado "impalpable", con una riqueza aproximada del 25 % en hierro como óxido y una cantidad global del 3 al 5 % de la totalidad de la escoria procesada.

El primer conjunto, es decir, el concentrado del 65 al 75 % en hierro se almacena para comercializarlo como chatarra y el "impalpable" se dispone para darle una utilizada posterior.

K). Separación de estériles definitivos

Dentro del proceso de enriquecimiento de la escoria bruta de partida, se han diferenciado tres tipos de "estériles", dos en la Separación Magnética primera y segunda tal como se describe en los apartados B) y E) y una en la Concentración Magnética desarrollada en el apartado H).

Dichos "estériles" no están totalmente exentos de partículas ferromagnéticas, por lo cual debe tratarse nuevamente. Este tratamiento consiste en hacer pasar la masa estéril bruta a través de una serie de cabezas magnéticas dispuestas en cascada.

Con este procedimiento se diferencian dos conjuntos, el primero que corresponde al 2-3 % del total de partida procesado, se retorna a la cadena de enriquecimiento y el segundo que representa el 60-70 % del material inicial tratado, se retira de la instalación como "estériles" definitivos.

No se considera necesario hacer más extensa esta descripción para que cualquier experto en la materia comprenda el alcance de la invención y las ventajas que de la misma se derivan.

Los términos en que se ha descrito esta memoria deberán ser tomados siempre en sentido amplio y no limitativo.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, que teniendo por finalidad conseguir un producto con una concentración en hierro de riqueza suficiente como para permitir su comercialización como "chatarra" de hierro, esencialmente se **caracteriza** porque en el mismo se establecen las siguientes fases operativas:

- A). Trituración
- B). Primera separación magnética
- C). Primera clasificación
- D). Primera molturación
- E). Segunda separación magnética
- F). Segunda clasificación
- G). Segunda molturación
- H). Concentración magnética
- I). Tercera clasificación
- J). Separación de impalpables
- K). Separación de estériles definitivos.

2. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicación 1, **caracterizado** porque en la fase de trituración, la escoria, sea cual fuere su origen, se procesa para retirar la mayoría de los trozos de hierro de apreciable tamaño que pudieran llevar consigo y el resto del material se pasa por un triturador que lo desmenuza hasta tamaños comprendidos entre los 20 mm. y partículas de dimensiones impalpables, depositándose la escoria molturada en el interior de una tolva que vierte a un transportador a través de una bandeja vibrante.

3. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en la primera separación magnética la escoria triturada se hace pasar a través de un separador electromagnético, en capas de grandes espesores o a elevadas velocidades donde se independiza la escoria magnética de la no magnética.

4. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en la primera clasificación la escoria magnética se introduce en un clasificador de cribas selectoras, con tamices de 8 mm. de luz de malla, del que se obtienen materiales magnéticos del tamaño superior a 8 mm., que son enviados directamente a una tolva receptora para comercializarlos como chatarra de alta calidad, mientras que los magnéticos de tamaños inferiores continúan el proceso de enriquecimiento.

5. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en la primera molturación se utiliza un molino, preferentemente de percusión, con el que se moltura

hasta desprender parte de la escoria contenida en los citados materiales magnéticos de tamaño inferior de 8 mm.

6. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en la segunda separación magnética, aplicada al producto resultante de la molturación anterior, se utiliza un separador magnético que independiza la parte magnética de dicho producto, de la que no lo es.

7. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la segunda fase de clasificación se lleva a cabo con la colaboración de una criba selectora, con tamices de tres, 1 y 0,5 mm. en la que se independizan materiales magnéticos de tamaño inferior a 0,5 mm., que se retiran del sistema para procesarlos posteriormente, y magnéticos superiores a esta cota de 0,5 mm., que permanecen en la línea de tratamiento.

8. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la segunda fase de molturación se aplica a los magnéticos con partículas superiores a 0,5 mm., obtenidos en la fase operativa anterior, y en esta segunda molturación, por percusión, vuelve a desprenderse parte de la escoria que envuelve al material férreo.

9. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la fase de concentración magnética es aplicada al producto resultante de la fase anterior y se lleva a cabo en un concentrador en el que, sobre una cinta transportadora para el material, actúa un potente imán permanente, a continuación un grupo superior a cinco polos de selección de imanes permanentes regulables en altura, y finalmente un patín magnético que alarga y facilita la evacuación de las partículas férricas, capaces de atravesar los polos de selección.

10. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la tercera clasificación se lleva a cabo en una criba selectora que diferencia nuevamente las partículas inferiores a 0,5 mm., mientras que las partículas de mayor tamaño pasan a una tolva receptora para comercializarse como chatarra, continuando las partículas de menor tamaño el proceso de enriquecimiento.

11. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque en la fase de separación de impalpables los magnéticos inferiores a 0,5 mm., retirados del proceso en la segunda y tercera clasificación hacia la tolva correspondiente, pasan a un separador dinámico donde por fuerza centrífuga se establecen dos conjuntos de diferente densidad, uno correspondiente a un concentrado de hierro de gran riqueza y otro correspondiente al "impalpable".

12. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque

los tres tipos de "estériles" extraídos de la línea de proceso, en la primera y segunda separaciones magnéticas de los apartados B) y E) y en la concentración magnética del apartado H), son tratados nuevamente, en la fase de separación de estériles definitivos, haciendo pasar la masa estéril bruta a través de una serie de cabezas magné-

licas dispuestas en cascada, de manera que una parte de tales estériles retorna a la cadena de enriquecimiento mientras que el resto constituyen los "estériles" definitivos.

5 13. Procedimiento para la recuperación de hierro a partir de escorias ferruginosas.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65