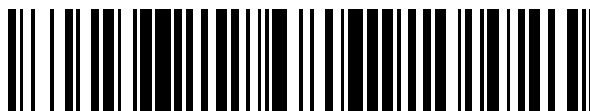


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 792 048**

51 Int. Cl.:

C22B 1/14	(2006.01)
B03B 9/06	(2006.01)
B29B 17/02	(2006.01)
C22B 7/00	(2006.01)
B29B 17/04	(2006.01)
B29L 31/30	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.09.2016 PCT/IB2016/055463**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.03.2017 WO17046708**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.09.2016 E 16794026 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3350353**

54 Título: **Planta y método para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra ferrosa**

30 Prioridad:

14.09.2015 IT UB20153608

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.11.2020

73 Titular/es:

**DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A.
(100.0%)
Via Nazionale 41
33042 Buttrio, IT**

72 Inventor/es:

**PRIMAVERA, ALESSANDRA;
TIBURZIO, SELENA;
BRAGA, DAVIDE y
GUTKNECHT, HANS RUDOLF**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 792 048 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Planta y método para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra ferrosa

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere al campo de machacado y tratamiento de chatarra ferrosa, por ejemplo, al tratamiento de chatarra del sector del automóvil.

10 La presente invención se refiere, en particular, a un método y una planta para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra por medio del cual es posible extraer de dichos residuos, de una manera extremadamente eficiente, materiales ferrosos, metales no ferrosos y, en particular, materiales plásticos, que pueden usarse según su composición química como materiales de reciclaje, como combustible o agente reductor en plantas de fabricación de acero, tales como altos hornos, hornos de arco eléctrico o similares.

15 Con el término materiales plásticos se hace referencia a materiales plásticos ligeros, materiales plásticos pesados, cauchos, fibras y polímeros en general.

20 **Antecedentes de la invención**

20 Tal como se sabe, existen plantas de tamaño medio y grande para machacar chatarra, por ejemplo chatarra de automóviles o vehículos en general, que comprenden máquinas machacadoras en las que se introducen los vehículos para ser sometidos a un proceso de machacado o trituración. A la salida de las máquinas machacadoras, se obtiene una masa de material residual, conocido como *Fluff*, SR (residuos de fragmentadora) o ASR (residuos de fragmentadora de automóviles).

25 El material residual tiene un alto poder calorífico, más de 13.000 kJ/kg, y generalmente consiste en una mezcla de:

- 30 - materiales plásticos, cauchos, fibras y polímeros en general (más del 80 % del total de los materiales presentes);
- metales ferrosos, por ejemplo acero al carbono y acero inoxidable, y metales no ferrosos, principalmente Cu y Al, (igual a aproximadamente el 10 %); y
- materiales inertes, tales como vidrios y reforzadores de los polímeros (principalmente CaO, MgO, silicatos).

35 En la actualidad, se conocen diferentes tecnologías para tratar de recuperar el material residual SR y ASR. Por ejemplo, se conocen procesos de gasificación, o pirólisis del material ASR para la posterior recuperación de energía o la generación de combustibles: en esta categoría se encuentran las plantas de producción de gas de síntesis y para hidrocarburos líquidos, sólidos y gaseosos.

40 Tales plantas tienen varias desventajas: en primer lugar, son plantas muy complejas, especialmente con respecto a la limpieza del gas o el tratamiento de los humos; además, tales plantas siempre producen una fracción de potenciales residuos cargados de metales pesados que se deben llevar al vertedero. Adicionalmente, es muy complejo recuperar los metales, principalmente porque dichos metales se oxidan durante el tratamiento a altas temperaturas.

45 También se conocen tecnologías que utilizan material ASR para reemplazar parcialmente el carbono en hornos de arco eléctrico (EAF) para la producción de acero. Se han llevado a cabo experimentos con respecto a la alimentación de material ASR en forma de briquetas, tanto en hornos de arco eléctrico para la producción de acero, como también en altos hornos (BF), pero estas son siempre cantidades muy pequeñas de material porque el ASR no solo contiene una fracción rica en carbono, sino también metales no ferrosos, tal, como, por ejemplo, cobre, que no se puede alimentar en grandes concentraciones al EAF porque produciría defectos en el producto de acero. Con respecto al alto horno también, la cantidad de material ASR está limitada por problemas de daños a los refractarios del alto horno, emisión de contaminantes y corrosión de las plantas.

55 También se conocen procesos para la separación mecánica de los metales del material ASR, donde la fracción de materiales plásticos, tanto ligeros como pesados, se envía a incineradores, plantas de producción de cal o vertederos. En este tipo de plantas, incluso si tienen algunas ventajas con respecto a la recuperación de los materiales metálicos, queda una cantidad de material ASR, más del 80%, que debe eliminarse (en fábricas de cemento, vertederos o incineradores), con obvios costes de gestión muy altos y desperdicio de potenciales cantidades de energía.

60 También se conocen plantas para clasificar las fracciones ASR, capaces de recuperar principalmente las fracciones de metales ferrosos. Debido a la compilación heterogénea de los materiales SR y ASR, tales plantas dividen primero el flujo de material en diferentes rangos de tamaño antes de que pueda comenzar cualquier tratamiento de las fracciones. Cada fracción constituye una sola línea de tratamiento con las diferentes máquinas (separadores magnéticos, separadores de corriente inducida) repetidas para cada línea. Esta solución es particularmente compleja y costosa, dados los numerosos componentes de la planta requeridos.

65

El documento US 2008/257794 A1 describe un método complejo y la planta correspondiente para separar y recuperar materiales plásticos, cables de cobre y otros materiales no ferrosos de materiales de desecho o residuos. En la planta, se requiere una meticulosa separación y limpieza de los materiales plásticos. La meticulosa separación y limpieza de los materiales plásticos es necesaria para que puedan ser reciclados y posteriormente comercializados.

Para separar y limpiar meticulosamente los diferentes tipos de materiales plásticos que se pueden obtener, la planta descrita en el documento US 2008/257794 A1 usa varias etapas de molienda complejos combinados con etapas de separación usando agua.

El uso de etapas de separación con agua hace que no sea adecuado usar los materiales plásticos obtenidos por esta planta para su uso como material aditivo, por ejemplo como combustible, en una planta siderúrgica, dado el alto riesgo de desarrollar hidrógeno y provocar explosiones peligrosas.

Otra desventaja de esta planta, así como su complejidad e inadecuación para obtener aditivos para plantas siderúrgicas, es la necesidad de tratar y eliminar las aguas residuales derivadas del proceso de separación de los materiales plásticos.

Por lo tanto, un propósito de la presente invención es superar las desventajas de las tecnologías y plantas conocidas citadas anteriormente y obtener una planta para recuperar y tratar los residuos del machacado de la chatarra que permita separar de manera efectiva los diversos componentes del material ASR para que, meramente a modo de ejemplo, la fracción que debe llevarse al vertedero o eliminarse sea cero, o, como máximo, no superior al 5 % en peso con respecto al total.

Otro propósito de la presente invención es obtener una planta para recuperar y tratar residuos del machacado de la chatarra que permita utilizar materiales plásticos mezclados, tanto ligeros como pesados, derivados del proceso de separación de ASR, para fabricar un material aditivo, por ejemplo para que funcione como combustible o agente reductor, que pueda ser alimentado eficientemente en un horno para la producción de acero, por ejemplo un horno de arco eléctrico, para reemplazar al menos parcialmente la alimentación tradicional de coque metalúrgico en el horno.

Otro propósito de la presente invención es obtener una planta para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra que ventajosamente proporcione operaciones de machacado limitadas y que active un método para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra producidos en modo seco, por lo tanto, sin necesidad de usar separadores que requieran el uso de agua u otros fluidos.

Otro propósito de la presente invención es perfeccionar un método eficiente para recuperar y tratar los residuos del machacado de chatarra.

El solicitante ha ideado, ensayado y plasmado la presente invención para superar los inconvenientes del estado de la técnica y para obtener estos y otros propósitos y ventajas.

Sumario de la invención

La presente invención se expone y caracteriza en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención o variantes de la idea innovadora principal.

De acuerdo con los propósitos anteriores, una planta para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra se caracteriza porque comprende una primera parte de la planta provista de medios de machacado/disgregación y separación configurados para extraer, es decir, separar unos de otros, materiales ferrosos, metales no ferrosos y materiales plásticos mixtos de dichos residuos del machacado; los medios de machacado y separación están provistos de un sistema granulador, configurado para reducir, en modo seco y sin etapas de precibado, los residuos del machacado en una corriente de material granular; y una segunda parte de la planta provista de medios para tratar y dimensionar los materiales plásticos mezclados configurados para transformar el material plástico mezclado en material aditivo, para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor, para su uso, en particular, en plantas siderúrgicas, tales como altos hornos, hornos de arco eléctrico o similares; dichos medios para tratar y dimensionar los materiales plásticos comprenden un sistema en seco para cortar y/o moler los materiales plásticos.

Sustancialmente, en la presente planta, se realiza de forma provechosa una etapa de molido adecuada para machacar, disgregar y separar todas las materias primas como primera etapa. Los medios de machacado/desintegración y separación producen una fracción inmediatamente, que se reduce de tamaño y se homogeneiza en tamaño, el material compuesto se fragmenta y se desintegra en su estructura, y los metales se deforman en un granulado. Esta etapa permite separar todos los diferentes materiales de manera fácil y limpia unos de otros en la parte corriente abajo de la planta: materiales ferrosos y metales no ferrosos, mezcla de material

plástico y mezcla de material de fibra. Las fracciones de la mezcla de plástico y fibra se pueden pasar a la siguiente etapa del proceso con medios para separar la fracción plástica reciclable de la mezcla o para tratar y dimensionar los materiales plásticos mezclados para transformarlos en material aditivo, para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor, para su uso, en particular, en plantas siderúrgicas, tales como altos hornos, hornos de arco eléctrico o similares.

Provechosamente, por tanto, utilizando la presente planta, es posible separar eficientemente los componentes principales de los residuos ASR del machacado de chatarra, en particular, materiales ferrosos, metales no ferrosos y materiales plásticos. Una vez que se han preparado y dimensionado adecuadamente, se pueden introducir los materiales plásticos directamente en un sistema de combustión adecuado, o en una planta siderúrgica, tal como un alto horno, un horno de arco eléctrico o similar.

Provechosamente, además, la presente planta es extremadamente compacta, requiere limitar las etapas de machacado de los residuos del machacado de la chatarra, por ejemplo, una etapa para cada una de las dos partes de la planta y, además, el material plástico obtenido se puede usar de forma segura como material aditivo, por ejemplo como combustible y agente reductor, en plantas siderúrgicas.

El sistema de corte y/o molido también se puede aplicar a materiales plásticos pesados y briquetas, para tener un material con una granulometría controlada, adecuado para su posterior aplicación, en particular en una planta siderúrgica.

Según otro aspecto de la invención, la presente planta comprende:

- uno o más aparatos de separación magnética configurados para separar los materiales ferrosos de la corriente de material granular;
- uno o más sistemas de separación por densidad, por ejemplo usando corrientes de aire, configurados para eliminar materiales plásticos ligeros, tales como textiles, espumas de poliuretano y, posiblemente, también papel, cartón u otros materiales de dicha corriente de material granular;
- uno o más sistemas de corriente inducida configurados para separar metales no ferrosos de la corriente de material granular;
- uno o más sistemas de cribado configurados para extraer materiales plásticos pesados de la corriente de material granular.

Según una posible variante, el sistema de cribado puede incluir uno o más sistemas para separar la chatarra de acuerdo con el tamaño/densidad, configurado para separar los plásticos pesados, que comprende principalmente cauchos, polipropileno, polietileno, resinas, acrilonitrilo butadieno estireno, policarbonato, poliestireno, tereftalato de polietileno, etc., y uno o más sistemas de cribado y/o separación gravimétrica y/o colorimétrica, o con sensores espectroscópicos configurados para separar los diferentes materiales plásticos según el tamaño, el peso y la composición (con y sin cloro).

Según otro aspecto de la invención, la segunda parte de la planta comprende un sistema de transformación termomecánica del plástico y los materiales de fibra para producir briquetas densas sin calentamiento externo del material.

La presente invención también se refiere a un método para recuperar y tratar residuos del machacado de la chatarra, caracterizado por que comprende etapas secuenciales de trabajos en seco, en particular: una o más primeras etapas secuenciales de machacado y separación de los residuos del machacado, que pueden extraer materiales ferrosos, metales no ferrosos y materiales plásticos de los residuos del machacado, y una o más etapas para tratar y dimensionar los materiales plásticos extraídos de los residuos del machacado capaces de transformar los materiales plásticos en material aditivo, para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor, para su uso, en particular, en plantas siderúrgicas, tales como altos hornos, hornos de arco eléctrico o similares.

Breve descripción del dibujo

Estas y otras características de la presente invención llegarán a ser evidentes a partir de la siguiente descripción de algunas formas de realización, dada como ejemplo no restrictivo con referencia al dibujo adjunto, en el que:

- la figura 1 es un diagrama de bloques que muestra la planta y el método para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de algunas formas de realización

Con referencia a la figura 1 del dibujo adjunto, una planta para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra ferrosa según la presente invención se muestra esquemáticamente con el número de referencia 10. La planta 10 comprende sustancialmente una primera parte de planta 110 para separar los residuos del machacado de chatarra, por ejemplo material ASR 12, en sus componentes principales, y una segunda parte de planta 210 para la

preparación y dimensionamiento de los materiales plásticos que se enviarán a una planta siderúrgica 40, tal como un alto horno, horno de arco eléctrico o similar. Aunque en lo sucesivo en la descripción se hará referencia a la aplicación específica de un horno de arco eléctrico 40, las mismas consideraciones también pueden hacer referencia, en general, a las plantas siderúrgicas.

5 La primera parte de planta 110 con respecto a la separación y clasificación de materiales comprende sustancialmente una sola línea de tratamiento.

10 Como el primer elemento en dicha línea de tratamiento, se proporciona un sistema de machacado o granulación, representado simbólicamente por el bloque 11. Preferentemente, en la primera parte de planta 110 se proporciona un único sistema de trituración o granulación 11. El sistema granulador 11 puede ser, por ejemplo, un molino con un rotor vertical y levas de estrella giratorias, por medio de los cuales se machaca todo el material ASR 12, sin ningún cribado previo, a un tamaño que optimiza la recuperación de las diferentes fracciones. El tamaño del material granulado puede estar comprendido entre 0 y 30 mm, preferentemente entre 0 y 20 mm. La función del sistema granulador 11 es, por lo tanto, reducir el tamaño del material, tanto a través de un mecanismo que desintegra los materiales, lo que implica separar los diferentes componentes de un material compuesto, tales como cables de metal, como también granulando las fracciones de metal y plásticos duros.

20 Durante esta primera etapa de reducción de tamaño, como consecuencia de los mecanismos de fricción recíproca entre los materiales, este último calienta, promoviendo la reducción de la humedad residual. Por lo tanto, una corriente F de material granular mixto, con un tamaño y densidad adecuados para los tratamientos posteriores, sale del sistema granulador 11.

25 Corriente abajo del sistema granulador 11 se proporciona un sistema de separación magnética 13, capaz de separar la fracción de materiales ferrosos 14 del resto de la corriente F de material granular. El sistema de separación magnética 13 puede ser cualquier sistema conocido, por ejemplo, un sistema magnético con una correa o tambor.

30 Corriente abajo del sistema de separación magnética 13 se proporciona una separación por sistema de densidad 15, por ejemplo, usando un chorro de aire, que, después de la etapa de separación magnética usando el sistema de separación magnética 13, o incluso ya en la etapa de trituración, se usa para eliminar materiales plásticos ligeros 16, posiblemente también en forma de fibras, de la corriente F de material granular.

35 Por medio del sistema de separación magnética 13 y la separación por sistema de densidad 15, se implementa una primera etapa de separación por densidad/tamaño, para eliminar la mayoría de los materiales plásticos ligeros 16, también en forma de fibras, que ya se han desintegrado. La fracción más pesada que sale del sistema granulador 11 y el sistema de separación magnética 13 se envía a un primer dispositivo de cribado 17.

40 Según una posible solución, el material con tamaños inadecuados, por ejemplo más de 20 mm, puede recircularse al sistema granulador 11, línea 18, mientras que el material con tamaños adecuados, por ejemplo de menos de 20 mm, se envía a un sistema de separación de corriente inducida 19. El propósito del sistema de separación de corriente inducida 19 es separar componentes o fracciones de metales no ferrosos 20 de la corriente principal del material ASR que se está tratando. El sistema de separación de corriente inducida 19 puede producir una fracción expulsada limpia, por ejemplo, aluminio, según la configuración de la máquina, y una fracción mixta restante que incluye material plástico mixto y cobre.

45 Después del sistema de separación de corriente inducida 19, la planta 10 según la presente invención puede proporcionar otra separación por el sistema de densidad 21, por ejemplo, usando una corriente de aire por medio de la cual es posible separar de la corriente principal de material otra fracción de materiales plásticos ligeros 16, línea 22, o una fracción de materiales plásticos clasificables como pesados o duros, en adelante denominados materiales plásticos pesados o duros 24, línea 23. La fracción principal que sale de la separación por el sistema de densidad 21 consiste principalmente en materiales plásticos pesados y metales no ferrosos.

50 Corriente abajo de la separación mediante el sistema de densidad 21 se proporciona un sistema de cribado de múltiples etapas 26, por medio del cual se obtiene una pluralidad de fracciones de materiales. Por ejemplo, al menos tres fracciones de materiales que tienen un tamaño homogéneo, cada uno de los cuales se somete a una etapa de separación según el tamaño/densidad en un sistema de clasificación mecánico/neumático 25, capaz de eliminar la fracción más ligera con respecto a la corriente restante.

60 De acuerdo con la solución mostrada en la figura 1, el sistema de cribado de múltiples etapas 26 permite separar cuatro fracciones entre sí, respectivamente, F1, F2, F3 y F4, cada una de las cuales se envía a una etapa respectiva de separación según el tamaño/densidad en un sistema de clasificación mecánico/neumático 25.

65 Dependiendo de la configuración de las máquinas y del tipo de material, una o más fracciones de metales no ferrosos y una o dos fracciones de material plástico, más o menos ligero, se obtendrán a la salida del sistema de clasificación mecánico/neumático 25; en cualquier caso, a la salida de esta última etapa de separación, se recuperan tres fracciones diferentes. Gracias a esta combinación de tratamientos de cribado, separación por tamaño/densidad,

5 junto con el sistema de separación de corriente inducida, es posible obtener una serie de fracciones limpias de materiales plásticos pesados o duros P1, P2, P3, P4. La combinación de materiales plásticos pesados o duros obtenidos en la primera parte de planta 110 está simbolizada por el bloque 24 descrito anteriormente. A partir del sistema de clasificación mecánico/neumático 25 y separación por tamaño/densidad, también es posible separar otra cantidad de metales no ferrosos, línea 27.

10 A partir del proceso o método realizado por la primera parte de planta 110 recién descrita, se obtienen al menos cuatro fracciones de materiales: una fracción de materiales plásticos ligeros 16, que comprende principalmente fibras y poliuretanos; una fracción de materiales plásticos pesados o duros 24; una fracción de materiales ferrosos 14; y una o más fracciones de metales no ferrosos 20, por ejemplo aluminio y cobre.

15 Para aumentar la pureza de la fracción o fracciones de metales no ferrosos 20, por ejemplo, para separar el cobre del aluminio, es posible proporcionar otro sistema de separación de corriente inducida 28, por medio del cual se obtiene una separación de los componentes constituyentes principales, por ejemplo una fracción de aluminio 29 y una fracción de cobre 30.

20 Tal como se simboliza con las flechas que se muestran, la fracción de aluminio 29, la fracción de cobre 30, la fracción de materiales ferrosos 14 y la fracción de metales no ferrosos 20 que no han sido sometidas a un tratamiento adicional con el sistema de separación de corriente inducida 28, se pueden comercializar directamente, bloque 31. Los materiales plásticos ligeros 16 y los materiales plásticos pesados o duros 24 se someten a otros tratamientos para mejorar las características dimensionales y de transporte, véase la segunda parte de planta 210, y, especialmente, para hacerlos adecuados para su uso como material aditivo, utilizables, por ejemplo, como combustible o agente reductor, en plantas siderúrgicas, tales como hornos de arco eléctrico 40, altos hornos o similares.

25 La fracción de materiales plásticos ligeros 16 puede ser voluminosa y, por lo tanto, difícil de transportar y manipular. Usando un sistema de transformación termomecánica 32, la fracción de materiales plásticos ligeros y de fibra 16 se transforma en una serie de briquetas o cilindros compactos, que tienen alta densidad y buenas características mecánicas.

30 El sistema de transformación termomecánica 32, meramente a modo de ejemplo, puede comprender una extrusora de un tipo conocido, provista, por ejemplo, con dos husillos capaces de comprimir el material plástico. La compresión del material plástico provoca un aumento de la temperatura solo por fricción y presión, hasta que la porción de materiales termoplásticos presentes en la fracción de materiales plásticos ligeros 16 se ablanda. Usando este sistema, por lo tanto, no es necesario suministrar calor, ya que es la presión y la fricción entre los materiales plásticos las que generan un aumento de temperatura, que se puede variar modificando la corriente de material, para ajustarlo según las necesidades y el material.

35 Opcionalmente, durante la etapa de extrusión, se pueden agregar aditivos aglutinantes, tales como materiales termoplásticos, carbono, aserrín y otras biomásas.

40 Dependiendo del uso de las briquetas o cilindros de plástico obtenidos durante las etapas anteriores, es posible proporcionar un sistema de corte y/o molido 33, situado corriente abajo del sistema de transformación termomecánica 32 y capaz de obtener material en forma granular, línea 38, que se usa como material aditivo, por ejemplo para funcionar como combustible o agente reductor 34, para alimentar al horno 40. Preferentemente, se proporciona un único sistema de machacado en la segunda parte de planta 210, es decir, el sistema de corte y/o molido 33. El sistema de corte y/o molido 33 puede comprender, por ejemplo, un molino de corte, de un tipo conocido y con un funcionamiento basado en un cilindro giratorio equipado con cuchillas y una rejilla que permite que salga el material con un tamaño determinado.

45 Meramente a modo de ejemplo, se puede proporcionar que el material que sale del sistema de corte y/o molido 33 tenga un tamaño comprendido entre 2 y 6 mm o cualquier otro tamaño adecuado para su posterior introducción en el horno 40. Como alternativa, los cilindros o briquetas obtenidos por el sistema de transformación termomecánica 32 pueden usarse directamente como material aditivo, para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor 34, línea 39.

50 La fracción de materiales plásticos pesados o duros 24 también se puede enviar al proceso de molido, por ejemplo, en el mismo sistema de corte y/o molido 33 descrito anteriormente, para obtener una fracción de tamaño más homogénea.

55 En cualquier caso, se puede prever que la fracción de plásticos pesados o duros 24 se use como tal, sin tratamiento adicional alguno, como combustible o agente reductor.

60 Opcionalmente a lo que se ha descrito, además, en la segunda parte 210 de planta, se puede proporcionar un sistema de separación 35 para separar los materiales plásticos pesados o duros 24 del resto, para reducir el porcentaje de cloro en los materiales plásticos pesados o duros 24. A partir de este proceso de separación, por tanto,

65

se obtienen una fracción de materiales plásticos pesados que no contienen cloro 24' y una fracción de materiales plásticos pesados clorados 36. Los materiales plásticos pesados que no contienen cloro 24' también pueden enviarse al sistema de transformación termomecánica 32.

5 El sistema de separación 35 puede ser de tipo óptico o mecánico.

Como se puede observar, los materiales plásticos pesados o duros 24, los materiales plásticos pesados que no contienen cloro 24' o el material aditivo, para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor 34 en forma granular, se puede comercializar directamente como combustible o agente reductor, bloque 37.

10 Como se indica al comienzo de la descripción, el material aditivo, para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor 34 obtenido de materiales plásticos ligeros y materiales plásticos pesados, puede usarse ventajosamente para reemplazar, al menos parcialmente, el carbono en un horno 40, por ejemplo, un horno de arco eléctrico 40. Si se usa material plástico granulado, línea 38, como material aditivo para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor 34, el material granulado puede inyectarse neumáticamente debajo de la escoria utilizando una lanza neumática. Como alternativa, como se ha indicado, es posible alimentar las briquetas o cilindros producidos directamente al horno 40, línea 39. En este caso, las briquetas se cargarán dentro de la canasta que alimenta el horno.

20 La siguiente tabla compara la composición química del carbono normalmente usado en un horno de arco eléctrico (EAF), es decir, coque metalúrgico y sus cenizas, con la composición del material aditivo, para funcionar, por ejemplo, como combustible o agente reductor 34 (llamado RPF, combustible de plástico reciclado) y sus cenizas.

		RPF*	Coque metalúrgico
Análisis elemental			
Carbono (total)	%	51,17	78
Hidrógeno	%	6,65	1,1
Nitrógeno	%	1,66	1,21
Cloro	%	1,28	-
Azufre	%	0,08	0,28
Análisis químico de cenizas			
Aluminio	%	11,9	32,1
Calcio como CaO	%	17,9	0,71
Cobre	%	4,6	-
Hierro Fe ₂ O ₃	%	16,3	1,6
Potasio como K ₂ O	%	0,57	0,29
Magnesio MgO	%	5,3	0,17
Sodio como Na ₂ O	%	3,8	0,19
Fósforo como P ₂ O ₅	%	0,78	0,68
Silicio como SiO ₂	%	37,6	61,1
Análisis químico de cenizas			
Titanio	%	1,16	1
Valor calorífico bruto	[MJ/kg]	23,74	28-31
*datos promediados obtenidos por experimentación. Deben entenderse como una referencia y no como un valor preciso.			

25 En el horno 40, por ejemplo un horno de arco eléctrico, las ventajas de añadir polímeros no están relacionadas solo con un ahorro económico en el reemplazo al menos parcial de carbono con un material recuperado que es más barato que el carbono. Si se manipula correctamente, la inyección de la fracción de polímero permite obtener una escoria muy espumosa, capaz de proteger el arco y así reducir el consumo de energía y los problemas de ruido en la planta.

30 En aplicaciones en hornos 40, por ejemplo, hornos de arco eléctrico, algunas características potencialmente negativas de las fracciones plásticas se manipulan fácilmente. La presencia de residuos de metales ferrosos es positiva, la presencia de metales tales como cobre y aluminio se puede manipular fácilmente a través del porcentaje de reemplazo de carbono, por lo tanto por dilución.

35 Otra posibilidad ventajosa es controlar continuamente los parámetros de calidad del acero y la escoria para controlar la corriente de combustible o agente reductor, RPF (combustible de plástico reciclado), indicado en el bloque 34, que puede ser alimentado para no afectar a la calidad del acero.

40 La presencia de cloro en los plásticos es el aspecto más crítico del combustible producido. Cuando se usa dentro del horno de arco eléctrico EAF, dado que es posible y preferible proporcionar sistemas para reducir los contaminantes orgánicos persistentes (dioxinas, es decir, PCDD, PCDF y PCB: dibenzodioxinas policloradas, dibenzofuranos policlorados, bifenilos policlorados) y otros elementos peligrosos dentro del sistema de tratamiento de humos, la

presencia de cloro no es discriminatoria. Un sistema que es efectivo para disminuir drásticamente las dioxinas es inyectar lignito, carbonos activos u óxidos minerales o usar filtros catalíticos en sistemas de tratamiento de humos, corriente arriba de la etapa de filtración.

5 En comparación con otras tecnologías que utilizan material ASR, por tanto, el presente método y la presente planta producen ventajosamente una fracción de residuos que debe enviarse al vertedero por debajo del 5 % en peso del total: todas las fracciones se utilizan dentro del mercado o se convierten en combustible RPF.

10 En comparación con otras tecnologías para reemplazar parcialmente el carbono en el horno de arco eléctrico, el presente método y la presente planta producen una fracción de materiales plásticos limpios de metales, gracias especialmente a los pases realizados en la primera parte de planta 110.

15 En comparación con otras tecnologías para reemplazar parcialmente el carbono en el horno de arco eléctrico, el presente método y la presente planta producen una fracción que puede inyectarse neumáticamente debajo de la escoria, lo que permite un mejor control de la cantidad añadida, un mejor uso del material en comparación con la carga en una canasta y evita la posibilidad de que sea absorbido por la planta de humos antes de que haya cumplido su función.

20 Los materiales plásticos ligeros o pesados, tratados como se ha descrito anteriormente, en forma granular o de briqueta, puede usarse como combustible y al menos en parte para reemplazar el carbono, también en altos hornos, así como en hornos de arco eléctrico.

25 Está claro que se pueden realizar modificaciones y/o adiciones de partes al método y a la planta como se ha descrito anteriormente, sin alejarse del campo y alcance de la presente invención.

30 Está claro también que, aunque la presente invención se ha descrito con referencia a algunos ejemplos específicos, un experto en la materia ciertamente será capaz de conseguir muchas otras formas equivalentes de la planta, con las características como se expone en las reivindicaciones y, por tanto, entrarán todas dentro del campo de protección definido por las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Planta para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra (12), **caracterizada por que** comprende:

5 - una primera parte de planta (110) provista de:

un sistema granulador (11), que es un primer sistema de molido o machacado, configurado para reducir, en modo seco y sin etapas de precibado, los residuos del machacado (12) en una corriente (F) de material granular;

10 medios de separación (13, 15, 17, 19) situados corriente abajo del sistema granulador (11) y configurados para extraer materiales ferrosos (14), metales no ferrosos (20) y materiales plásticos ligeros o pesados (16, 24) de dichos residuos del machacado (12);

15 - y una segunda parte de planta (210) provista de:

medios (32, 33) para tratar y dimensionar los materiales plásticos (16, 24) configurados para transformar dichos materiales plásticos (16, 24) en material aditivo para su uso, en particular, en plantas siderúrgicas (40), tales como altos hornos, hornos de arco eléctrico o similares; comprendiendo dichos medios (32, 33) para tratar y dimensionar los materiales plásticos (16, 24) un segundo sistema en seco para cortar y/o moler (33) los materiales plásticos (16, 24);

20 dicha segunda parte de planta (210) comprende un sistema de transformación termomecánica (32) de los materiales plásticos (16, 24) y dicho segundo sistema de corte y/o molido (33) está situado corriente abajo de dicho sistema de transformación termomecánica (32);

25 pudiendo el sistema de transformación termomecánica (32) transformar los materiales plásticos (16, 24) en una serie de briquetas o cilindros compactos y el segundo sistema de corte y/o molido (33) puede obtener material en forma granular que es utilizado como material aditivo, por ejemplo, para funcionar como combustible o agente reductor (34), para su alimentación a las plantas siderúrgicas (40).

30 2. Planta de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** comprende al menos un sistema de separación magnética (13) configurado para separar los materiales ferrosos (14) de dicha corriente (F) de material granular; al menos un sistema de separación por densidad (15) configurado para eliminar los materiales plásticos ligeros (16) de dicha corriente (F) de material granular; al menos un sistema separador de corriente inducida (19) configurado para separar los metales no ferrosos (20) de la corriente (F) de material granular; y al menos un sistema de cribado (25, 26) configurado para extraer materiales plásticos pesados o duros (24) de la corriente (F) de material granular.

35 3. Planta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** dicha primera parte de planta (110) comprende otro sistema separador de corriente inducida (28) configurado para separar adicionalmente los metales no ferrosos (20).

40 4. Planta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** dicha segunda parte de planta (210) comprende un sistema de separación (35) para separar los materiales plásticos clorados pesados (36) de los materiales plásticos pesados que no contienen cloro (24').

45 5. Planta de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** dicho material aditivo funciona como un combustible o como agente reductor (34).

50 6. Método para recuperar y tratar residuos del machacado de chatarra (12) por medio de una planta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende una o más primeras etapas secuenciales, que funciona mediante trabajos en seco, de machacado y separación de los residuos del machacado (12), por lo tanto, mediante un sistema de granulación (11) y medios de separación (13, 15, 17, 19) capaces de extraer materiales ferrosos (14), metales no ferrosos (20) y materiales plásticos (16, 24) de dichos residuos del machacado (12), y segundas etapas de tratamiento y dimensionamiento de los materiales plásticos (16, 24) extraídos de dichos residuos del machacado (12) capaces de transformar dichos materiales plásticos (16, 24) en material aditivo para su uso en plantas siderúrgicas (40), tales como altos hornos, hornos de arco eléctrico o similares; comprendiendo dichas segundas etapas: un segundo sistema en seco para cortar y/o moler (33) los materiales plásticos (16, 24) situados corriente abajo de un sistema de transformación termomecánica (32) de los materiales plásticos (16, 24); siendo capaz el sistema de transformación termomecánica (32) de transformar los materiales plásticos (16, 24) en una serie de briquetas o cilindros compactos y siendo capaz el segundo sistema de corte y/o molido (33) de obtener material en forma granular que se usa como material aditivo, por ejemplo, para funcionar como combustible o como agente reductor (34), para su alimentación a las plantas siderúrgicas (40).

65 7. Método de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** comprende las siguientes etapas secuenciales: triturar los residuos del machacado (12) de la chatarra para obtener una corriente (F) de material granular; extraer los materiales ferrosos (14) de dicha corriente (F) de material granular mediante separación magnética; extraer de la corriente (F) de material granular los materiales plásticos ligeros (16) mediante separación por densidad; extraer los metales no ferrosos (20) de dicha corriente (F) de material granular por medio de corrientes

inducidas; y extraer los materiales plásticos pesados o duros (24) mediante una o más etapas de cribado.

- 5 8. Método de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** comprende al menos una etapa de tratamiento termomecánico de los materiales plásticos (16, 24).
9. Método de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** los materiales plásticos (16, 24) se someten a una etapa de corte y/o molido para obtener briquetas o cilindros para alimentar a dichas plantas siderúrgicas (40).
- 10 10. Método de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** dichos metales no ferrosos (20) se tratan mediante otra etapa de separación de corriente inducida, para separar los componentes constituyentes principales (29, 30).
- 15 11. Método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que**, corriente abajo de la etapa de separación de los materiales plásticos ligeros (16) y corriente arriba de la etapa de separación de los metales no ferrosos (20), comprende una etapa de cribado de la corriente (F) de dicho material granular.
- 20 12. Método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** corriente abajo de la etapa de separación de los metales no ferrosos (20) comprende otra etapa de separación por densidad de los materiales plásticos ligeros (16).
13. Método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** comprende una etapa de cribado múltiple final y una etapa de separación posterior por tamaño/densidad por medio de la cual es posible obtener fragmentos limpios de un tamaño homogéneo (P1, P2, P3, P4) de materiales plásticos pesados o duros (24).
- 25 14. Método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** comprende una etapa de separar los materiales plásticos clorados pesados (36) de los materiales plásticos pesados restantes que no contienen cloro (24').

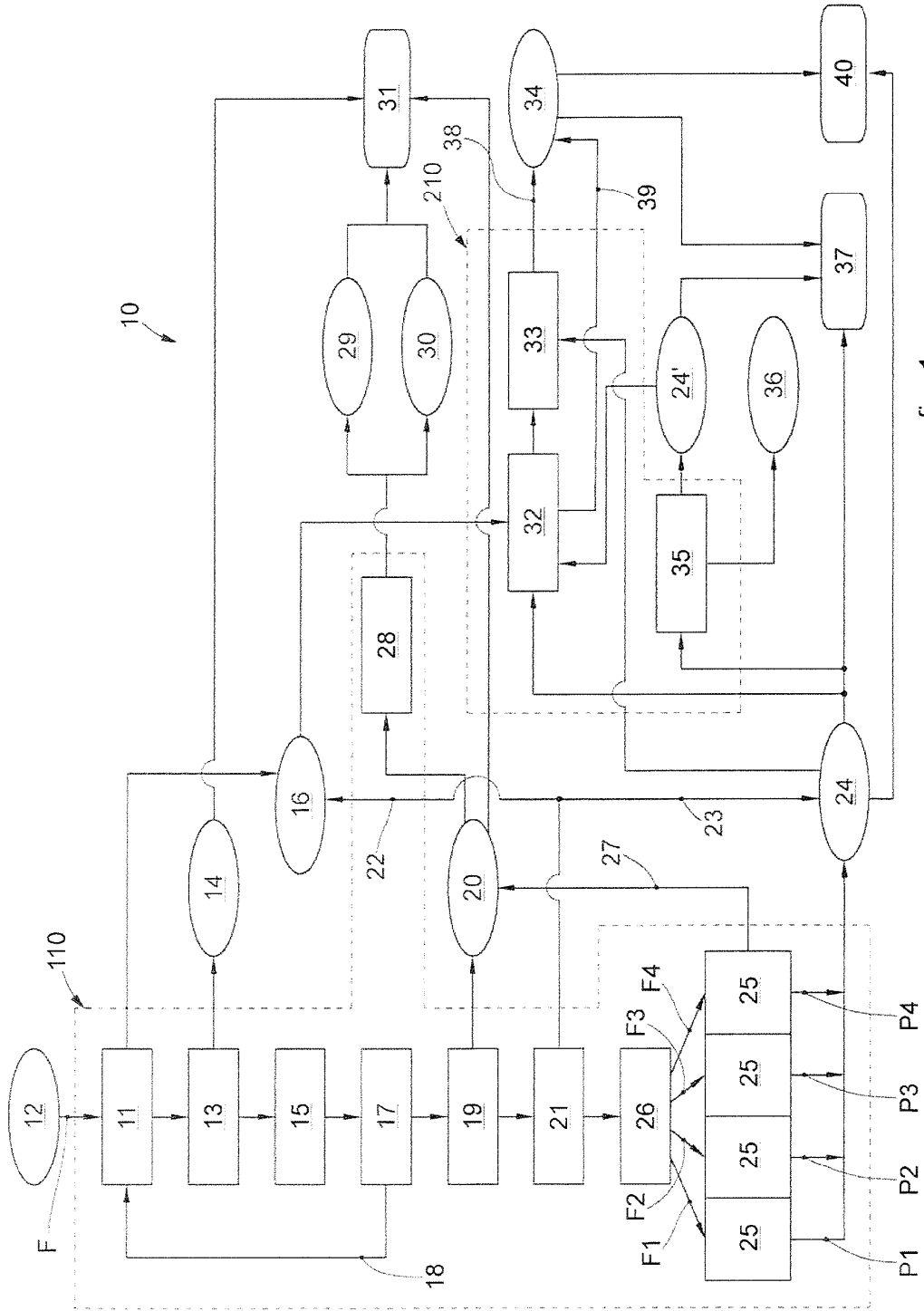


fig. 1