



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 274 434**

(51) Int. Cl.:

B03C 1/247 (2006.01)

B03C 1/18 (2006.01)

B03B 9/06 (2006.01)

B03B 9/04 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04721041 .4**

(86) Fecha de presentación : **16.03.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1606057**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **21.12.2005**

(54) Título: **Método para la separación de partículas que contienen un metal no ferroso, a partir de una corriente de partículas.**

(30) Prioridad: **17.03.2003 NL 1022952**
18.12.2003 NL 1025050

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

(73) Titular/es: **Technische Universiteit Delft**
Julianalaan 134
2628 BL Delft, NL

(72) Inventor/es: **Van der Weijden, Renata, Dorothea y**
Rem, Peter, Carlo

(74) Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

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

Método para la separación de partículas que contienen un metal no ferroso, a partir de una corriente de partículas.

5 La presente invención se refiere a un método para la recuperación de partículas que comprenden un metal no ferroso con respecto a una corriente de partículas, dando lugar a una fracción enriquecida en el metal no ferroso y a una fracción agotada de dicho metal no ferroso.

10 Existen diferentes tipos de corrientes, tales como corrientes de desperdicios, que pueden incluir cenizas residuales producidas, por ejemplo, durante la incineración de desperdicios domésticos y que tienen contenidos relativamente elevados de uno o varios metales. La presencia de los metales limita las posibilidades de utilizar el flujo de desperdicios o hace su vertido relativamente oneroso. Por esta razón, se han descrito en la técnica anterior métodos para la separación de los metales. Los metales ferrosos son fácilmente separados por medios magnéticos. La separación por un campo magnético de los metales no ferrosos transportados mediante una cinta transportadora es también conocida en la técnica anterior, por ejemplo, de Rem, P.C., Eddy Current Separation, Eburon, Holanda, 1999. Esto produce una fracción enriquecida en metal no ferroso y una fracción agotada de metal no ferroso. Cuando en la presente solicitud se hace referencia a un metal, se debe comprender que incluye también una aleación de dicho metal.

20 El método conocido tiene un rendimiento limitado, del orden de una tonelada métrica/hora por metro de anchura de cinta transportadora.

Otros métodos conocidos se dan a conocer en los documentos US(A)534991 y JP(A)2001 137827.

25 Es objetivo de la presente invención dar a conocer un método simple y poco oneroso por el cual se pueden recuperar partículas que comprenden metales no ferrosos de una corriente de partículas, dando lugar a una fracción enriquecida en metales no ferrosos, que, en principio, puede ser comercializada como chatarra metálica. La corriente agotada de metales no ferrosos puede tener también mayor valor, pudiendo tener una determinada reutilización.

30 Con este objetivo, la presente invención da a conocer un método, según el preámbulo de las reivindicaciones, que se caracteriza por comprender las siguientes etapas:

- a) poner la corriente de partículas sobre una cinta transportadora en forma de una mono capa, de manera tal que, con ayuda de un líquido, como mínimo, el metal no ferroso que comprende partículas se adherirá a la cinta transportadora;
- b) someter la mono-capa húmeda sobre la cinta transportadora a un campo magnético que gira en la misma dirección que la cinta, para la separación de las partículas que comprenden metales no ferrosos, proporcionando una fracción enriquecida en un metal no ferroso, y
- c) retirar las partículas que se adhieren a la cinta transportadora, dando lugar a la fracción agotada en metal no ferroso, en la que, como mínimo, una parte de estas partículas permanecen adheridas y terminan en la cara inferior de la cinta transportadora, siendo retiradas de la misma.

45 Se ha observado que esta separación enriquece notablemente la fracción de metal no ferroso con metales no ferrosos. Esto es muy sorprendente teniendo en cuenta el hecho de que las dimensiones y formas de las partículas varían ampliamente. Para una separación óptima, la corriente de partículas utilizada consiste preferentemente en >90% en peso y más preferentemente >98% en peso de partículas con un tamaño <8 mm. La retirada de la cinta se efectúa, por ejemplo, por calentamiento (evaporación del líquido), pero preferentemente de forma mecánica, por ejemplo, utilizando un cepillo o una cuchilla, o sin contacto, por ejemplo, por medio de aire comprimido. Evidentemente, es importante que la cinta sea fabricada a partir de un material adecuado para permitir que las partículas se adhieran a la cinta. De manera sorprendente, no obstante, se ha observado que, con la utilización, las cintas adquieren las características deseables por su parte, debido posiblemente a las impurezas de la corriente de partículas. Usualmente, la cinta será fabricada a base de goma que puede ser sintética o no. Dependiendo de la separación a llevar a cabo, el campo magnético puede ser escogido con una intensidad, por ejemplo, de 0,2 tesla. La cantidad de líquido utilizado puede ser tal que es equivalente a una capa de líquido sobre la cinta transportadora de 50-200 micras. Para los técnicos en la materia, no es problema alguno ver si las partículas se adhieren a la cinta, y ajustar la cantidad de líquido, de manera tal que realice una adherencia adecuada de las partículas a la cinta. El contenido de líquido de la corriente de partículas sobre la cinta transportadora es, por ejemplo, $\geq 5\%$, tal como $\geq 10\%$, y de manera ventajosa $\geq 12\%$, con respecto al peso total de la corriente de partículas sobre la cinta transportadora. El método según la invención hace posible una mayor producción (por ejemplo, 4 toneladas/hora por metro de anchura de cinta), facilitando simultáneamente la separación de partículas más pequeñas (diámetro <5 mm).

65 De acuerdo con una realización preferente, el líquido es agua.

El agua es un líquido barato, inerte, no inflamable, y no tóxico.

La corriente de partículas preferente a utilizar es una corriente de partículas escogida entre i) una mezcla de plástico y metal, ii) una mezcla de productos de desperdicio salados y un metal escogido entre a) magnesio b) aluminio, iii) chatarras electrónicas, y iv) productos de desperdicio de la incineración de los desperdicios domésticos.

Estas áreas de aplicación requieren urgentemente un método barato y efectivo de separación de acuerdo con la invención.

Una realización preferente se caracteriza porque la mono-capa es expuesta al campo magnético rotativo, como máximo, con 210 cambios del campo magnético por segundo.

Se ha demostrado que esta frecuencia es suficiente para liberar las partículas de metal no ferroso de la cinta, suponiendo que la corriente de partículas sobre la cinta contiene también partículas magnéticas (ferrosas).

Es preferible que la velocidad de la cinta transportadora sea de <1 m/s.

Esto asegura una buena separación.

El líquido puede comprender adicionalmente un aditivo, que favorece la adherencia de las partículas a la cinta transportadora. Este aditivo puede consistir en compuestos solubles en el líquido, tales como sal (por ejemplo, cloruro sódico) o un polímero (tal como almidón, polihidroxialquil celulosa, polivinil pirrolidona, etc.). El aditivo se selecciona evidentemente dependiendo de la separación que se tiene que llevar a cabo para asegurar que el aditivo no produce una corriente de partículas inaceptablemente contaminada. En la práctica, son suficientes habitualmente pequeñas concentraciones de dichos aditivos, en caso de que sean necesarios en absoluto.

La presente invención será explicada a continuación mediante los siguientes experimentos y con referencia a los dibujos, en los que la única figura representa un aparato adecuado para llevar a cabo el método según la invención.

La figura muestra una vista en alzado esquemática del aparato apropiado para llevar a cabo el método según la invención.

El aparato mostrado en la figura comprende una cinta transportadora (1) sobre la que se alimentan y se distribuyen de manera continuada partículas (A), por ejemplo, procedentes de una tolba de almacenamiento (7), disponiéndose sobre dicha cinta transportadora (1), en una cantidad tal que las partículas forman una mono-capa o un espesor todavía más delgado (lo que significa que la cinta (1) no está cubierta por completo). Si las partículas distribuidas sobre la cinta transportadora (1) no se encuentran ya húmedas por su parte, por ejemplo, se puede disponer un rociador (2), que distribuye de manera continuada líquido (B) sobre la cinta transportadora, por ejemplo, por atomización. El líquido (B) asegura que las partículas (A) se adherirán a la cinta transportadora. Cerca de un extremo de la cinta transportadora (1), se dispone un campo magnético rotativo que, en este caso, es creado por un rotor multipolar (3) incorporado en la cinta transportadora (1). El rotor multipolar (3) gira en sentido contrario a la dirección de rotación de la cinta transportadora (1), provocando que las partículas de la cinta transportadora (1) queden expuestas a un campo magnético rotativo (representado por las líneas de trazos) que gira en la misma dirección que la cinta transportadora (1). De esta manera, se ejerce una fuerza sobre las partículas de metal no ferroso sobre la cinta transportadora (1) con el resultado de que éstas saltan y pasan al recipiente de recogida (4). Los materiales que no son metales no ferrosos, tales como, por ejemplo, plástico, arena, metales ferrosos y otros, se adhieren a la cinta transportadora (1) y son retirados de dicha cinta transportadora (1) por medio de un rascador (5). En vez de un rascador, también es posible utilizar un cepillo o una cuchilla de aire. Una cuchilla de aire es una ranura dirigida hacia la cinta transportadora (1), que proyecta aire comprimido. Las partículas eliminadas de este modo de la cinta transportadora (1) son recogidas también en un recipiente de recogida (6). La distancia "a" es escogida de manera tal que la fracción recogida en el recipiente de la recogida (4) sufrirá la mínima contaminación posible de partículas que no son metales no ferrosos, tales como partículas que no se adhieren a la cinta transportadora, o lo hacen de forma insuficiente. Simples experimentos de rutina permiten, a los técnicos en la materia, determinar una distancia "a" adecuada, dependiendo de la pureza deseada de las fracciones y del rendimiento deseado. Las partículas de la cinta transportadora (1) que no son metales no ferrosos no es necesario que se adhieran a la cinta transportadora (1) antes de que se encuentren en la cara inferior de dicha cinta transportadora (1). Sobre la cinta transportadora (1), las partículas tienen un impulso horizontal, que incrementa el riesgo de que las partículas que no son metales no ferrosos pasarán también al recipiente de recogida (4) de las partículas de metales no ferrosos. Esta adherencia a la cinta transportadora ayuda a evitar este efecto, incluso si esta fuerza de adherencia no es suficiente posiblemente para resistir la fuerza de la gravedad. La pared que separa el recipiente de recogida (4) y el recipiente de recogida (6) estará situada, en dichos casos, más allá del extremo distal de más abajo de la cinta transportadora (1) (es decir, no debajo de la cinta transportadora (1)). Opcionalmente, un recipiente de recogida (10) queda dispuesto para recoger metales ferrosos que pueden encontrarse presentes en la corriente de partículas (A). El técnico en la materia será también capaz de determinar fácilmente la distancia (b) para la separación de la corriente de partículas (A).

En los experimentos que se indican a continuación, no se dispone ningún rociador (2), en vez de ello, la cinta transportadora (1) fue humedecida utilizando un rociador (9) orientado de manera tal que los materiales finos que todavía se adhieren a la cinta transportadora (1) y/o líquido, que contienen solutos que se originan en las partículas (A), son retirados por lavado de la cinta transportadora (1). En caso deseado, se puede disponer un rodillo (8) para humedecer de manera uniforme la cinta transportadora (1) y/o para retirar el exceso de líquido (B) sobre la cinta

ES 2 274 434 T3

transportadora (1). Dicho rodillo (8) puede ser también un cepillo, en cuyo caso puede girar fácilmente en sentido contrario a la dirección de rotación de la cinta transportadora (1).

Experimento 1

Separación de metales no ferrosos de las cenizas residuales

En este experimento se procedió, en primer, lugar al cribado de cenizas residuales de una planta de incineración de residuos domésticos y, a continuación, se sometió a separación de acuerdo con la invención.

Cribado

En un experimento en gran escala, las cenizas residuales de una planta de incineración de desperdicios son cribadas en estado húmedo, dando lugar, además de a una fracción muy gruesa y una fracción muy fina, a una fracción de 2-6 mm y una fracción de 50 micras - 2 mm.

Separación magnética

La fracción de 2-6 mm (producto de alimentación) fue sometida a tratamiento con un separador de corrientes parásitas con tambor rotativo, en las condiciones de la Tabla 1. Los datos del producto y de las corrientes de alimentación, estimadas de análisis, se presentan en la tabla 2. En este tratamiento, se hace utilización de un separador que comprende un rotor magnético con 18 polos (9 polos norte y 9 polos sur) en el que el rotor giraba en sentido contrario a la dirección habitual a 1000 revoluciones por minuto. Suponiendo que el cambio de campo significa la rotación completa del campo magnético del rotor tomando un punto fijo, la separación es llevada a cabo a $(9 \times 1000 / 60 =) 150$ cambios de campo por segundo. La intensidad del campo era aproximadamente de 0,3 Tesla en la superficie de la cinta transportadora que desplaza el material sobre el rotor magnético. El material fue recogido a una altura aproximadamente de 66 cm por debajo del eje del rotor en tres recipientes de recogida (producto (1) (no ferroso)); más de 45 cm desde el eje del rotor, producto (2) (ferroso): entre 30 y 45 cm con respecto al eje del rotor, y producto (3) (no no ferroso): menos de 30 cm con respecto al eje del rotor). Cuando se suministra el producto de alimentación, se añaden aproximadamente 100 kg de agua a la fracción cribada en húmedo, a efectos de aumentar el contenido de humedad a 15%. El número de cambios de campo por segundo es inusualmente bajo considerando las dimensiones de partículas del producto de alimentación. No obstante, dos experimentos de control con pequeñas cantidades de producto de alimentación (cada una de ellas con 20 kg, en vez de 1 tonelada métrica aproximadamente; tabla 3) muestran que la cantidad de producto no ferroso recuperado en el concentrado no mejora significativamente cuando la velocidad del rotor se incrementa a 2000 rpm, mientras que a la velocidad mayor del rotor, las partículas ligeramente magnéticas son arrastradas con la fracción no ferrosa, lo cual tiene posiblemente efectos adversos en cuanto a los productos no ferrosos.

Las partículas que se adhieren a la cinta transportadora son separadas de la cinta transportadora con ayuda de aire comprimido, formando una fracción agotada de metal no ferroso.

TABLA 1

Condiciones del proceso de separación. Posiciones en relación con el eje del rotor

Velocidad del rotor (rpm)	-1000
Número de polos	18
Velocidad de la cinta (m/s)	0,94
Anchura de la cinta (m)	0,75
Altura de los deflectores (vert. cm)	-66
Posición del deflector 1 (hor. cm)	30
Posición del deflector 2 (hor. cm)	45
Contenido de humedad % producto alimentación	15
Producto alimentación (kg)	1118
Velocidad producto alimentación (kg/s)	8,5
Duración del proceso (min)	20

ES 2 274 434 T3

TABLA 2

Producto de alimentación, agua añadida y productos de la preseparación

	Peso (kg)
Producto de alimentación cribado en húmedo	1015
Agua (añadida)	103
Producto de alimentación seco	943
Agua (total)	175
Producto de alimentación total	1118
Producto 1 seco	28
Producto 2 seco	96
Producto 3 seco	836
No ferroso pesado en 3	No detectable
Aluminio en 3	2,5

TABLA 3

Resultados a 1000 rpm (parte superior) y 2000 rpm (parte inferior) para productos 1,2 y 3. Separación a 1000 rpm

	Trazador no ferroso	Magnético	No ferroso restante + materiales pétreos	Total
Producto 1	38,8		311,4	350,2
Producto 2	40,6		7671,36	7711,96
Producto 3	0,5	5798,05	5349,95	11148,5
Total	79,9	5798,05	13332,71	19210,66

Separación a 2000 rpm

	No ferroso	Magnético	No ferroso restante + materiales pétreos	Total
Producto 1	36,11	58,28	277,92	372,31
Producto 2	38,96	476,5	6448	6963,36
Producto 3	0,86	8036	4306	12342,86
Total	75,83	8570,78	11031,92	19678,53

ES 2 274 434 T3

El experimento a gran escala mostró que el producto que no era no ferroso (836 kg) contenía 2,5 kg de aluminio (es decir, un metal no ferroso), por lo tanto una impureza de 0,3% solamente.

Experimento 2

5

Separación de chatarra de productos electrónicos

Equipos electrónicos comprendiendo, entre otros, placas de impresora, fueron triturados a una dimensión de partículas de ≤ 4 mm y se sometieron a separación. La corriente de partículas contenía, principalmente, fragmentos de material plástico además de aluminio y alambres de cobre muy fino (diámetro típico: 0,1 mm). Para poder reutilizar la fracción de material plástico, era esencial retirar el metal. En primer lugar, el material en partículas fue cribado utilizando una criba de ranuras (anchura 1 mm) para eliminar la mayor parte del cobre. Aparte del cobre, se separaron también por cribado, aproximadamente 1-2% de los fragmentos de plástico. El material restante fue sometido a separación, igual que en el experimento 1, con esta diferencia, de que el rotor funcionaba a 2000 rpm (300 cambios de campo por segundo). La velocidad de rotor más elevada fue escogida porque la corriente de partículas no contenía metales ferrosos.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método para la recuperación de partículas que comprenden metales no ferrosos de una corriente de partículas, dando lugar a una fracción enriquecida con metales no ferrosos y una fracción agotada de metales no ferrosos, **caracterizado** porque el método comprende las siguientes etapas:

- a) poner la corriente de partículas sobre una cinta transportadora en forma de una monocapa de manera tal que, con ayuda de un líquido, como mínimo, las partículas que comprenden metales no ferrosos se adhieren a la cinta transportadora;
- b) someter la monocapa húmeda situada sobre la cinta transportadora a un campo magnético que gira en la misma dirección que la cinta, para la separación de las partículas que comprenden un metal no ferroso, dando lugar a una fracción enriquecida de metales no ferrosos; y
- c) retirar las partículas que se adhieren a la cinta transportadora, dando lugar a una fracción agotada de metales no ferrosos,

en el que, como mínimo, una parte de estas partículas siguen adheridas en la cara inferior de la cinta transportadora y son retiradas de la misma.

2. Método, según la reivindicación 1 **caracterizado** porque el líquido es agua.

3. Método, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la corriente de partículas es escogida entre i) una mezcla de plástico y metal, ii) una mezcla de desperdicios salados y un metal escogido entre a) magnesio, b) aluminio, iii) chatarra electrónica, y iv) productos de desperdicio de la incineración de desperdicios domésticos.

4. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la monocapa es expuesta al campo magnético rotativo con un máximo de 210 cambios del campo magnético por segundo.

5. Método, según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la velocidad de la cinta transportadora es <1 m/s.

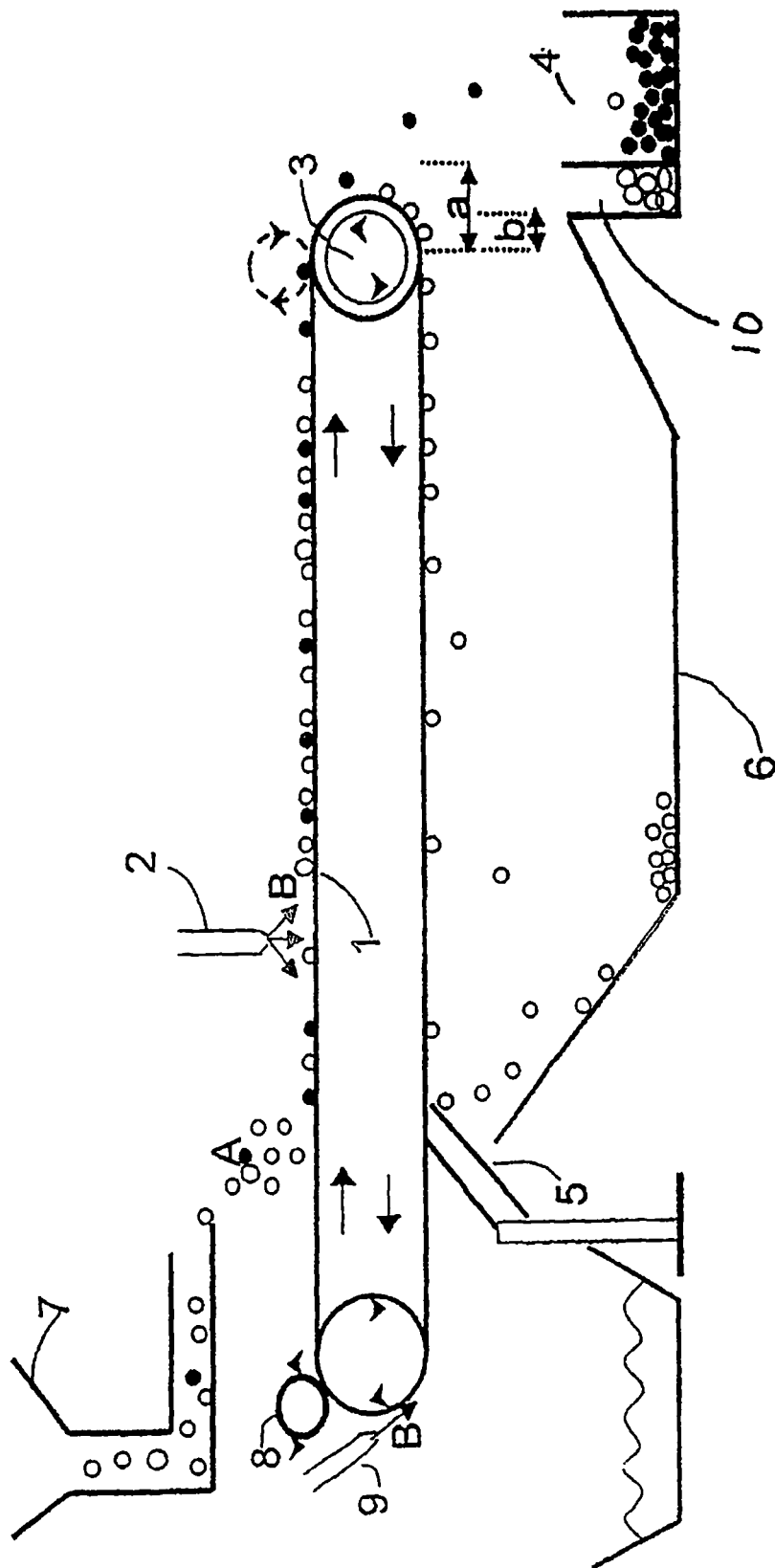


Fig.