

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 759**

51 Int. Cl.:

C10L 5/40 (2006.01)

C10L 5/44 (2006.01)

C10L 5/46 (2006.01)

C10L 5/48 (2006.01)

D21C 9/18 (2006.01)

F26B 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08707246 .8**

96 Fecha de presentación: **24.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2134820**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.12.2009**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA SECAR Y PURIFICAR UNA MEZCLA DE RESIDUOS DE CELULOSA/PLÁSTICO EN PARTÍCULAS.**

30 Prioridad:
07.03.2007 WO PCT/EP2007/001955

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.02.2012

73 Titular/es:
**DSM IP ASSETS B.V.
HET OVERLOON 1
6411 TE HEERLEN, NL**

72 Inventor/es:
**SCHOEN, Löwhardt, Adolf, Albert;
CHRISTOFFEL, Anton, Rudolf y
VAN DER LINDEN, Alfons, Matheas, Gertrudes**

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 373 759 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

Procedimiento para secar y purificar una mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas

5 La presente invención se refiere a un método para procesar una mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas que comprende materiales celulósicos y termoplásticos.

Mezclas de residuos de celulosa/plástico proceden, por ejemplo, de residuos domésticos, urbanos o municipales, así como de residuos industriales, p. ej. residuos procedentes de un proceso de reciclaje de papel. En este último caso, la mezcla de residuos, el denominado "rechazo (impurezas) de papel", se obtiene después de la separación de la celulosa y de la separación de la pasta de papel en el proceso de reciclaje de papel (procedente, p. ej., de residuos urbanos o municipales) y todavía comprende remanentes de papel, además de plástico y hasta 50% en peso de agua. Mezclas de residuos de celulosa/plástico se pueden procesar para formar un combustible útil, preferiblemente un combustible secundario para hornos de combustión que se utilizan próximos al carbón como combustible principal. El tratamiento de la mezcla de residuos de celulosa/plástico con el fin de obtener un material combustible incluye etapas de deshidratación y purificación.

Convenientemente, la cantidad principal de agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico se separa mediante prensado y evaporación. La mezcla secada se puede quemar como tal (como "pasta en copos"), pero preferiblemente la mezcla se convierte en un combustible granulado, p. ej. de acuerdo con las enseñanzas del documento EP-A-1.083.212. El documento US 4 298 350 describe un procedimiento para secar y purificar una mezcla de celulosa y plástico.

El que la corriente de residuos se utilice como pasta en copos o en forma de gránulos, es importante que para el uso como combustible, esté presente una pequeña cantidad de materiales de residuos formadores de cenizas y que el producto esté bien secado. Es un objeto de la invención proporcionar un procedimiento optimizado para obtener un producto de plástico/celulosa que tenga un buen valor calórico y un bajo contenido en cenizas.

El objeto se cumple mediante un método para tratar una mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas que comprende materiales celulósicos y termoplásticos como en la reivindicación 1, comprendiendo el método las etapas de:

- (a) secar la mezcla de residuos de celulosa/plástico mediante tratamiento con un medio gaseoso caliente con una temperatura en el intervalo de 425 a 525 K (152 a 252°C)
- (b) hacer pasar la mezcla de residuos de celulosa/plástico secada y el medio gaseoso que tiene una temperatura de aproximadamente 390 K (117°C) o inferior a una fase de purificación, y
- 35 (c) someter la mezcla de residuos de celulosa/plástico secada a la acción de la fase de purificación con el fin de separar partículas más pesadas que las partículas hechas de materiales celulósicos y termoplásticos, en donde la fase de purificación comprende un cribador de viento, un tamiz o una combinación de los mismos.

Preferiblemente, el recipiente utilizado en la etapa (a) es un recipiente tubular que está orientado de forma aproximadamente horizontal.

Preferiblemente, el recipiente tubular gira a lo largo de su eje horizontal.

Preferiblemente, el eje horizontal del recipiente tubular está inclinado hacia abajo en la dirección del flujo del medio gaseoso a un ángulo máximo de 30°, y partículas que son más pesadas y que tienen un mejor comportamiento de rodadura que el material celulósico y termoplástico ruedan y se desplazan hacia abajo hacia el interior del recipiente tubular y se separan de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en la salida del recipiente tubular.

Preferiblemente, los materiales más pesados que el material celulósico y termoplástico comprenden metales, piedras, materiales cerámicos, vidrio o plásticos termoestables.

Preferiblemente, el método comprende, además, (d) separar la mezcla de celulosa/plástico purificada y el medio gaseoso mediante la acción de un ciclón.

55 Preferiblemente, el medio gaseoso separado que resulta de la etapa (d) se recicla, al menos parcialmente, al medio gaseoso utilizado en la etapa (a).

Preferiblemente, se reduce en contenido en agua del medio gaseoso reciclado.

60 Preferiblemente, el medio gaseoso que penetra en la etapa (a) tiene una temperatura dentro del intervalo de 425 a 500 K.

Preferiblemente, el medio gaseoso que sale de la etapa de secado y que es hecho pasar al cribador de viento en la etapa (b) tiene una temperatura dentro del intervalo de 325 a 370 K.

5 Preferiblemente, el medio gaseoso utilizado en la etapa (a) tiene un contenido en oxígeno de 5 a 16% en volumen.

Preferiblemente, el medio gaseoso se obtiene quemando un hidrocarburo con aire.

Preferiblemente, en donde el hidrocarburo es un gas natural o gas licuado de petróleo (LPG – siglas en inglés).

10 Preferiblemente, el contenido en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en la etapa (a) se reduce hasta 15% en peso o menos.

Preferiblemente, el contenido en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en la etapa (a) se reduce hasta un valor de aproximadamente 2% en peso o más.

15 Preferiblemente, el contenido en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en la etapa (a) se reduce hasta 5% en peso o menos.

20 Preferiblemente, el material celulósico en la mezcla de residuos de celulosa/plástico procede principalmente de papel y/o cartón.

El material termoplástico en la mezcla de residuos de celulosa/plástico se basa principalmente en polietileno, según se define en la reivindicación 1.

25 Preferiblemente, la mezcla de residuos de celulosa/plástico consiste en partículas con un tamaño máximo de partícula de aproximadamente 150 mm o menos antes de entrar en la etapa (a).

30 Preferiblemente, la mezcla de residuos de celulosa/plástico se desmenuza hasta partículas con un tamaño máximo de partícula menor que 50 mm, de preferencia menor que 40 mm y, más preferiblemente, menor que 30 mm después de la etapa (d).

Preferiblemente, el método comprende, además, (e) compactar la mezcla de celulosa/plástico purificada.

35 Preferiblemente, la compactación en la etapa (e) se realiza en un dispositivo granulador que produce gránulos con un diámetro máximo de 10 mm.

Preferiblemente, el método comprende, además, (f) triturar los gránulos que resultan de la etapa (e) para obtener un polvo.

40 Preferiblemente, los gránulos en la etapa (f) se muelen por medio de un molino de la turbulencia de aire.

Breve descripción de las figuras:

45 La Figura 1 representa un secador y un cribador de viento de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 representa un esquema para tratar corrientes de residuos con el fin de obtener un material pastoso en copos que pueda utilizarse como combustible o que pueda ser procesado ulteriormente para formar gránulos de combustible.

50 La mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas para uso en el presente método puede ser cualquier mezcla de residuos que comprenda materiales celulósicos y termoplásticos según se define en la reivindicación 1. Típicamente, los materiales celulósicos y termoplásticos son los componentes principales de la mezcla de residuos y, preferiblemente, constituyen un total de al menos 60% en peso de la mezcla de residuos, más preferiblemente al menos 70% en peso y, lo más preferiblemente, al menos 80% en peso, en cada caso basado en los componentes sólidos totales. Sin embargo, se pueden utilizar corrientes de residuos pretratadas que contienen aproximadamente 90% en peso o más, o incluso aproximadamente 95% en peso de material de residuos de celulosa/plástico. Si la corriente de residuos procede de residuos municipales, puede haber presente algo de material orgánico que puede ser tomado como equivalente a fibras de celulosa para los fines de esta invención. Preferiblemente, el componente orgánico (excluidos los residuos basados en celulosa tales como papel y cartón) del material de residuos es menor que 20% en peso, preferiblemente menor que 10% en peso y, más preferiblemente, menor que 5% en peso.

En una realización preferida de la presente invención, las corrientes de residuos se tratan antes de penetrar en la

etapa de secado.

5 Preferiblemente, se separa al menos material pesado, grande y/o no combustible, incluidas piedras grandes, hormigón, cenizas, alfombras y similares. Con el fin de conseguir esto, puede ser adecuado un cribado así como una clasificación en una cinta de escogido. Generalmente, esta etapa no es necesaria para corrientes de residuos de rechazos de papel. Además, están disponibles corrientes de residuos procedentes de compañías de manipulación de residuos que no comprenden material grande de este tipo.

10 En una etapa de tratamiento previo adicional, el residuo se trata en un aparato de corte de modo que tenga materia en partículas de un determinado tamaño tal como, por ejemplo, todas las partes por debajo de 200 mm, de preferencia aproximadamente 150 o menor tal como, por ejemplo, aproximadamente 100, aproximadamente 120 o aproximadamente 80 mm. El tamaño viene generalmente dado como longitud, lo que significa que el 95% en peso de la materia tiene un tamaño máximo en una dimensión de la longitud establecida. Es posible hacer un corte, incluso en trozos más pequeños (p. ej. menores que 20 mm), pero esto no se prefiere debido a la presencia de algunos restos de materiales duros tales como vidrio, piedras, etc, que pueden provocar un deterioro del aparato de corte. Generalmente, en esta parte del procedimiento, el corte se realiza a trozos de aproximadamente 60 mm o mayores, de preferencia de aproximadamente 80 mm o mayores. Naturalmente, la corriente de residuos tendrá siempre partes más pequeñas, pero éstas no son cortadas necesariamente en el aparato de corte. En esta fase, preferiblemente las partes metálicas se pueden separar con un imán y un dispositivo de corriente parásita.

20 Generalmente, la mezcla de residuos de celulosa/plástico procede de residuos domésticos (incluidos residuos municipales y urbanos) y/o corrientes de residuos industriales. El material celulósico puede proceder, por ejemplo, de papel, cartón, cartones de bebidas, madera, pañales, vendajes y materiales textiles tales como algodón, viscosa y rayón. El material de celulosa puede comprender material orgánico tal como restos de pan, carne, hortalizas, etc. que serán tratados de manera eficaz tales como fibras de celulosa.

30 El material termoplástico puede proceder, por ejemplo, de material de envasado tal como un material de hoja o película polimérico. En principio, en la mezcla de celulosa/plástico pueden estar presentes todos los tipos de polímeros termoplásticos. Ejemplos de polímeros termoplásticos que generalmente están presentes incluyen poliolefinas (sustituidas); poliestireno; poliésteres tales como poli(tereftalato de etileno) (PET); poliamidas y copolímeros y mezclas de los mismos. El material termoplástico puede comprender también polímeros halogenados tales como poli(cloruro de vinilo) (PVC), a pesar de que éste no se prefiere. En una realización preferida, se separa la mayor parte del material polimérico con contenido en cloro.

35 En particular, el método de la presente invención es adecuado cuando el material termoplástico en la mezcla de residuos de celulosa/plástico se basa principalmente en homopolímeros y/o copolímeros de polietileno. Al menos el 60% en peso, de preferencia al menos el 70% en peso, más preferiblemente al menos el 75% en peso y, lo más preferiblemente, al menos el 80% en peso del material termoplástico son homopolímeros y/o copolímeros de polietileno. También, el método de la presente invención es bien adecuado en aquellas situaciones en las que el material celulósico en la mezcla de residuos de celulosa/plástico se basa principalmente en papel y/o cartón. Un ejemplo de una corriente de residuos industriales que puede ser procesada para obtener una mezcla de residuos de celulosa/plástico para uso en la presente invención son los "rechazos de papel" obtenidos después de la separación de la mayoría de la pasta de papel en el proceso de reciclaje de papel. Esta corriente de residuos, al igual que las corrientes de residuos municipales, contiene grandes láminas de plástico, piedras, metal, arena y otros materiales indeseados.

50 Típicamente, la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas para uso en el presente método comprende 5 a 85% en peso de material termoplástico y 15 a 95% de material celulósico, preferiblemente 10 a 85% en peso de material termoplástico y 15 a 90% de material celulósico, cada uno de ellos basado en el peso seco total de los materiales celulósicos y termoplásticos. Los límites de composición exactos de la mezcla dependerán del contenido en humedad de partida de la mezcla y de la humedad diana deseada de la mezcla que sale del secador.

55 En una realización, el método de la presente invención es útil para una mezcla de residuos de celulosa/plástico en la que está presente una escasez de material termoplástico que comprende preferiblemente de 5 y hasta menos de 60% en peso (así, una mezcla rica en celulosa). Preferiblemente, el límite inferior del material termoplástico es de al menos 10% en peso, de preferencia al menos 20% y, más preferiblemente, al menos 30% en peso con relación al peso total de la mezcla de residuos. Se ha encontrado, sorprendentemente, que la interacción de los componentes de celulosa y plásticos en el secador permite que el medio gaseoso se encuentre en un nivel significativamente mayor que el punto de fusión de al menos una parte del componente plástico (p. ej. polietileno), de modo que no se observa ningún embadurnamiento del componente plástico sobre las superficies del equipo, mientras que al mismo tiempo produce una mezcla de residuos secada con un bajo contenido en humedad. Bajo este aspecto de la presente invención, la relación ponderal de celulosa a material plástico es preferiblemente de al menos 2:3.

En otra realización de la invención, el método de la presente invención es útil para mezclas de celulosa/plástico en donde el contenido de material termoplástico es de al menos el 40% en peso.

5 Con estas realizaciones se puede obtener un combustible tanto de bajo poder calórico como también de alto poder calórico, a partir de la mezcla de residuos de celulosa/plástico. Puede ser ventajoso separar, antes del tratamiento de la presente invención, de una mezcla de residuos de celulosa/plástico con un contenido de material termoplástico de al menos 40% en peso al menos una parte del material termoplástico potencialmente valioso, como resultado de lo cual se obtiene una mezcla que comprende menos de 40% en peso de material termoplástico. A la inversa, se puede desear, en algunos casos, añadir algo de material termoplástico típicamente exento de cloro antes del tratamiento de la presente invención, con el fin de aumentar el valor calórico del combustible obtenido a partir de la mezcla de residuos de celulosa/plástico y/o para reducir el contenido en cloro de la mezcla de residuos de celulosa/plástico.

10
15 Todavía en otra realización, el método de la presente invención es útil para una mezcla de residuos de celulosa/plástico en la que la celulosa representa 30 a 60% en peso y el material termoplástico representa 70 a 40% en peso. Existe una necesidad específica de tratamiento eficaz de una corriente de residuos mixta de este tipo, ya que es difícil separar celulosa o plástico de una manera eficaz.

20 Además de los materiales celulósicos y termoplásticos, la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas para uso en el presente método comprende otros materiales tales como metales, piedras, p. ej. arena, materiales cerámicos o vidrio. Es una ventaja del presente procedimiento el que estos contaminantes se puedan separar eficazmente, debido a que pueden impedir el tratamiento ulterior de la mezcla de residuos de celulosa/plástico, p. ej. una etapa de granulación, y con el fin de obtener un combustible útil. Dado que estos materiales no son combustibles (denominados también "materiales no combustibles" en lo que sigue) reducen el valor calórico del combustible y aumentan el contenido en cenizas. La mezcla de residuos de celulosa/plástico puede contener también materiales termoestables que son típicamente combustibles y que, así, no necesitan ser separados.

30 El contenido en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas a utilizar en el presente procedimiento es de 15% en peso o más, basado en el peso total de la mezcla de residuos de celulosa/plástico. Generalmente, la corriente de residuos contiene 20-65% en peso de agua, dependiendo en su mayor parte de la fuente y de la cantidad de material de celulosa. Si el contenido en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas es demasiado bajo (por ejemplo, menor que 15% en peso), la temperatura de la mezcla de residuos que sale del secador, se produce un embadurnamiento de plástico en las superficies del equipo. Si el contenido en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas es demasiado elevado, por ejemplo si procede de un proceso de reciclaje de papel, preferiblemente se trata previamente mediante prensado mecánico con el fin de reducir el contenido en agua antes del secado en la etapa (a). Esto evita el uso de demasiado calor para la evaporación del agua en la etapa (a). Una etapa de deshidratación mecánica permite la deshidratación hasta aproximadamente un 20-50% en peso. Preferiblemente, el contenido en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico que penetra en la etapa (a) del presente método es a lo sumo 45% en peso, más preferiblemente a lo sumo 40% en peso o, incluso más preferiblemente, a lo sumo 35% en peso y, lo más preferiblemente, aproximadamente 30% en peso o menos. Con el tratamiento mecánico de las corrientes de rechazos de papel es generalmente posible alcanzar un contenido en humedad de aproximadamente 45% en peso, preferiblemente 40% en peso o menor y, lo más preferiblemente, aproximadamente 30% en peso, p. ej. 25-35% en peso.

45 La etapa de secado (a) comprende la etapa de secar la mezcla de residuos de celulosa/plástico mediante tratamiento con un medio gaseoso caliente que tiene una temperatura de aproximadamente 525 K o menor, de preferencia aproximadamente 500 K o menor. La temperatura del medio gaseoso caliente será de aproximadamente 425 K o mayor.

50 Esta etapa en el procedimiento del presente método se puede llevar a cabo en cualquier equipo que sea adecuado para secar una mezcla de celulosa/plástico en partículas con contenido en agua, con el uso de un medio gaseoso caliente. Generalmente, el calentamiento al utilizar un medio gaseoso caliente se designa como calentamiento directo. Si se desea, además del calentamiento directo se puede utilizar un calentamiento indirecto (mediante calentamiento a través de la pared del recipiente). Preferiblemente, la mezcla de residuos de celulosa/plástico y el medio gaseoso se hacen pasar al mismo tiempo a través de un recipiente. La mezcla de residuos de celulosa/plástico y el medio gaseoso caliente penetran típicamente en una cara y abandonan la otra cara del recipiente en corrientes reunidas.

60 Más preferiblemente, el secado se realiza en un recipiente tubular orientado aproximadamente en horizontal. "Orientación aproximadamente horizontal" incluye una orientación horizontal del recipiente y una ligera inclinación hacia abajo en la dirección del flujo del medio gaseoso a un ángulo máximo de 30°. Preferiblemente, la inclinación

oscilará entre 5 y 10°. La ligera inclinación del recipiente tubular permite una primera separación de materiales no combustibles: partículas que son más pesadas y que tienen un mejor comportamiento de rodadura que las partículas hechas de material celulósico y termoplástico ruedan y se desplazan hacia abajo hacia el interior del recipiente tubular y se pueden separar de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en la salida del recipiente tubular. El ángulo de inclinación exacto del recipiente tubular se ajusta en función del tipo del material no combustible a separar.

En una realización preferida de la invención, el secador se diseña para conseguir un tiempo de permanencia del material en partículas de aproximadamente 20 min o más, de preferencia aproximadamente 40 min o más. Generalmente, por razones económicas se utiliza un tiempo de permanencia de aproximadamente 2 h o menos.

En una realización preferida adicional de la invención, el tiempo de permanencia del medio gaseoso caliente es de aproximadamente 3 s o más, de preferencia aproximadamente 6 segundos o más. Generalmente, se utiliza un tiempo de permanencia de aproximadamente 5 min o menos para conseguir un secado útil, de preferencia aproximadamente 100 s o menos, e incluso más preferiblemente de aproximadamente 30 s o menos.

Con el fin de conseguir condiciones óptimas para el proceso de evaporación dentro del aparato de secado, el contenido se mezcla y agita preferiblemente de modo mecánico. Esto se puede realizar al hacer girar el recipiente a lo largo de su eje horizontal, o por medio de un agitador rotatorio interno. El recipiente puede estar preferiblemente equipado con deflectores para fomentar la mezcladura del medio gaseoso y las partículas de celulosa/plástico.

El medio gaseoso utilizado en la etapa de secado (a) del presente método tiene una temperatura de aproximadamente 525 K o inferior. Preferiblemente, la temperatura máxima del medio gaseoso y la mezcla de residuos de celulosa/plástico es de 500 K o inferior. Típicamente, la temperatura de entrada del medio gaseoso es de al menos 425 K. Una temperatura dentro de este ancho de banda da como resultado un secado eficaz, al tiempo que evita una fusión indeseada de los materiales plásticos. Esto es bastante sorprendente, dado que la temperatura del medio caliente se encuentra bastante por encima de la temperatura de fusión de, en particular, polietileno. A pesar de esta elevada temperatura, no se observa embadurnamiento alguno.

En una realización preferida adicional de la presente invención, el medio gaseoso utilizado para calentar la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas en la etapa (a) tiene un contenido en oxígeno reducido en comparación con el del aire. El contenido en oxígeno en la mezcla es de preferencia aproximadamente 16% en volumen o menor, preferiblemente de 15% en volumen o menor y, más preferiblemente, de aproximadamente 14% en volumen o menor. Generalmente, la cantidad de oxígeno será mayor que 3% en volumen, preferiblemente mayor que 5% en volumen y, lo más preferiblemente, aproximadamente 7% en volumen o más por motivos prácticos y para evitar la formación de monóxido de carbono tóxico. Un contenido en oxígeno máximo de 16% en volumen asegura, adicionalmente, una condición adecuada para evitar una combustión o explosión espontánea de la mezcla de residuos de celulosa/plástico en la unidad de secado. Sin embargo, se prefiere una cantidad ligeramente inferior, tal como 15 ó 14%, con el fin de ejecutar un procedimiento completamente seguro. Medios de vigilancia para controlar el contenido en oxígeno son conocidos como tales y son los que se pueden utilizar para el control del procedimiento. Preferiblemente, el contenido en oxígeno se controla en el medio gaseoso que abandona el recipiente de secado.

En otra realización de la invención, el contenido en oxígeno eficaz es de aproximadamente 16% o menor. Preferiblemente, el contenido en oxígeno eficaz tiene los valores descritos en los párrafos anteriores. El contenido en oxígeno eficaz es el contenido en oxígeno si se mezcla con nitrógeno solamente. Sin embargo, al igual que en el presente procedimiento, el medio gaseoso caliente es una mezcla de dióxido de carbono, agua, oxígeno y nitrógeno. En una mezcla de este tipo, es menos probable la explosión o el fuego. Por lo tanto, el contenido real de oxígeno puede ser mayor para que siga teniendo un riesgo reducido o ningún riesgo de explosión. Por ejemplo, con una mezcla gaseosa de 9% en volumen de dióxido de carbono, 19% en volumen de agua y 72% en volumen de nitrógeno (juntos 100%) se puede añadir 18% de oxígeno de modo que tenga el mismo riesgo de explosión que 16% de oxígeno y 84% de nitrógeno.

En una realización preferida adicional de la invención, la parte de secado está equipada con un aparato para medir el hidrógeno y/o monóxido de carbono. Estos gases pueden existir en el procedimiento, especialmente a bajos niveles de oxígeno, en el caso de que el combustible en el quemador para calentar el medio gaseoso no haya sido quemado por completo. Se prefiere que la concentración de gas no quemado tal como hidrógeno o monóxido de carbono sea de aproximadamente 2% en volumen o menor.

El origen y la composición del medio gaseoso utilizado para el secado en la etapa (a) se puede elegir libremente. Se entiende que el medio gaseoso no contiene preferiblemente componentes que puedan reaccionar con la mezcla de residuos de celulosa/plástico. Un medio gaseoso adecuado se puede conseguir disminuyendo el contenido en oxígeno en el aire por métodos conocidos como tales.

Preferiblemente, el medio gaseoso se obtiene quemando un hidrocarburo con aire. Esto resulta en un medio

gaseoso calentado con un contenido reducido en oxígeno, de los que tanto la temperatura como el contenido en oxígeno se pueden controlar según se especifica. Preferiblemente, este hidrocarburo es un gas natural o un gas licuado del petróleo (LPG). La temperatura del medio gaseoso (425 a 525 K) se puede obtener mediante calentamiento de un medio gaseoso precalentado con el uso de vapor de agua o de cualquier otra fuente de calor a través de técnicas de intercambio de calor convencionales.

También se puede emplear un medio gaseoso exento de oxígeno, por ejemplo un gas inerte calentado tal como nitrógeno calentado. El calentamiento de un gas inerte se puede realizar a través de un intercambiador de calor. El uso de un medio gaseoso exento de oxígeno minimiza adicionalmente el riesgo de fuego y el riesgo de explosiones.

En la etapa de secado (a) el contenido en agua de una mezcla de residuos de celulosa/plástico se reduce típicamente a 15% en peso o menos, preferiblemente el contenido en agua se reduce hasta un valor de aproximadamente 10% en peso o menos, incluso más preferiblemente, el contenido en agua se reduce hasta un valor de aproximadamente 7,5% en peso o menos y, lo más preferiblemente, hasta un valor de aproximadamente 5% en peso o menos. Generalmente, la cantidad de agua es de aproximadamente 1% o más, ya que no es económicamente atractivo secar más. Preferiblemente, la cantidad de humedad de residuos es de aproximadamente 2% en peso o más. Un producto esencialmente seco es importante para un tratamiento ulterior de la corriente de residuos. Mediante un secado a fondo resulta posible limpiar de manera eficaz el recipiente en la etapa de cribado por viento ulterior.

El medio gaseoso que sale de la unidad de secado, junto con la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas secada, se hace pasar a la fase de purificación en la etapa (b).

La temperatura de salida del medio gaseoso depende de su temperatura de entrada y del contenido inicial y final en agua de la mezcla de residuos de celulosa/plástico y, generalmente, es de aproximadamente 390 K (117°C) o menor. Típicamente, la temperatura de salida del medio gaseoso es a lo sumo de 380 K (107°C) y, preferiblemente, está dentro del intervalo de 325 K (52°C) a 375 K (102°C), más preferiblemente de 340 K (67°C) a 370 K (97°C).

La fase de purificación comprende un cribador de viento, un tamiz o una combinación de los mismos.

En una realización preferida, la mezcla de residuos se insufla directamente en el cribador de viento. La mezcla de residuos que sale del secador tendrá generalmente una temperatura de a lo sumo 370 K (97°C), en general de aproximadamente 360 K (87°C) o menor. Una temperatura máxima de la mezcla de residuos en este intervalo evita el embadurnamiento de material polimérico sobre superficies del equipo.

El medio gaseoso es esencialmente el gas portador en el cribador de viento. Esto tiene como ventaja que puede tener lugar un cierto secado adicional, y que la cantidad de aire fresco se puede limitar al aire necesario en el quemador. De este modo, asimismo se reduce el gas efluente, lo cual es preferido por motivos medioambientales y de costos. Preferiblemente, no se añade medio gaseoso reciente entre el secador y el cribador de viento.

La etapa de separación (c) se puede llevar a cabo en un equipo para el cribado por viento (clasificación por aire) o el cribado/tamizado, tal como se conoce en la técnica. En el cribador de viento, la mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas se divide de manera que las partículas más pesadas (con una mayor densidad) que las partículas hechas de materiales celulósicos y termoplásticos se separan por goteo en forma de una fracción pesada, mientras que las partículas hechas de materiales celulósicos y termoplásticos proporcionan una fracción ligera que, típicamente, se recoge y separa del medio gaseoso en la etapa (d) por medio de un ciclón situado aguas abajo del cribador de viento. El que una partícula individual pertenezca a la fracción ligera o pesada se determina por la relación de las fuerzas adhesivas (que proceden de su superficie específica) a su masa. El límite de separación entre fracción ligera y pesada puede ajustarse según se desee, por ejemplo controlando la velocidad de la corriente gaseosa que atraviesa el cribador de viento. La persona experta en la técnica puede determinar fácilmente la velocidad adecuada de la corriente de gas para separar una fracción pesada deseada por métodos de ensayo y error. Si la velocidad de la corriente gaseosa que resulta de la etapa de secado es insuficiente, puede ser necesario aumentar el volumen total del gas en circulación. También es posible estrechar el diámetro del cribador de viento y, con ello, aumentar la velocidad del gas. La velocidad del gas en el cribador de viento es preferiblemente de aproximadamente 10 m/s o mayor, e incluso más preferiblemente de aproximadamente 15 m/s. Generalmente, la velocidad será de aproximadamente 30 m/s o inferior, de preferencia aproximadamente 25 m/s o inferior. A velocidades de este tipo tales como, por ejemplo, 16 m/s, 17 m/s o 18 m/s, se ha encontrado que la separación es óptima. Típicamente, el material pesado es no combustible y consiste en piedras, p. ej. arenilla, metales, materiales cerámicos, vidrio y mezclas de los mismos. Con el fin de conseguir un rendimiento lo suficientemente elevado, no es práctico separar todo el material no combustible. En particular, arena fina o fragmentos de vidrio serán insuflados a través del cribador.

Es una ventaja importante en el procedimiento de la presente invención que la mezcla en partículas que penetra en el cribador de viento o en la operación de tamizado esté seca y que el material de celulosa no se adhiera ya virtualmente a los otros materiales en la mezcla. Esto permite una buena separación, sin pérdida de material de celulosa o plástico valioso.

5 En una realización preferida de la presente invención, el medio gaseoso que se separa de la mezcla de celulosa/plástico purificada en la etapa (d) se recicla, al menos parcialmente, al medio gaseoso que penetra en el procedimiento en la etapa (a). Este reciclaje es ventajoso con el fin de controlar el contenido en oxígeno del medio gaseoso y también favorece el equilibrio de energía del presente procedimiento. Opcionalmente, el contenido en agua de la corriente de gas de reciclaje se puede reducir antes de volver a entrar en el procedimiento, dando como resultado una separación mejor de agua a partir de la mezcla de residuos de celulosa/plástico. En el caso de que el medio gaseoso utilizado para la etapa de secado se obtenga mediante combustión de un hidrocarburo con aire, el gas reciclado se puede mezclar con el hidrocarburo.

15 En una realización preferida de la presente invención, la circulación de gas es provocada por un aparato de desplazamiento de gas tal como ventiladores, situado aguas arriba del cribador de viento. Esto tiene como ventaja que el secador y el cribador de viento se mantienen fácilmente bajo una ligera presión. Con ello, se evita ampliamente una contaminación con polvo del entorno. El aparato de desplazamiento de gas está situado preferiblemente en un lugar entre el cribador de viento y la purga de gas. Más preferiblemente, el aparato de desplazamiento de gas está situado en un lugar entre el cribador de viento y los separadores de producto.

20 Preferiblemente, parte de la corriente de gas se recicla con el fin de conseguir un contenido disminuido en oxígeno. En general, se recicla aproximadamente 30% o más de la corriente de gas, con más preferencia aproximadamente 50% de la corriente de gas e, incluso más preferiblemente, aproximadamente 60% de la corriente de gas. En general, se purga aproximadamente 5% o más de la corriente, con el fin de permitir un 5% más de aire fresco al quemador. De preferencia, se purga aproximadamente 10% o más del gas, e incluso más preferiblemente, se purga aproximadamente 20% o más del gas y, lo más preferiblemente, se purga aproximadamente 30% o más del gas.

25 En una realización preferida adicional de la invención, el sistema de circulación de gas comprende un intercambiador de calor para enfriar el medio gaseoso después de la separación de la materia en partículas. Aire fresco se puede calentar en el intercambiador de calor. El enfriamiento tiene la ventaja de que algo de la humedad se condensa y de que el gas hecho recircular tiene una mayor capacidad de secado. De este modo, se puede reducir la recirculación total de gas.

30 A pesar de que la mezcla secada y purificada, obtenida después de la etapa (d), se puede utilizar como tal, por ejemplo en material en lámina para aplicaciones de construcción, se prefiere procesarla ulteriormente para obtener un combustible útil, preferiblemente un combustible secundario.

35 La corriente de residuos, después del secado y de la separación de partículas más pesadas, se somete preferiblemente también a una etapa de clasificación en la que se separan polímeros con contenido en cloro tales como PVC y PVDC, o separan ulteriormente. Esto se puede conseguir con un aparato de análisis NIR (próximo al infrarrojo – siglas en inglés), acoplado con un sistema de separación automática. En la presente invención, es ventajoso llevar a cabo esta etapa en la corriente de residuos secada, ya que los plásticos y materiales de celulosa no se adhieren formando grandes masas, de modo que la clasificación es la más eficaz. En la presente invención se prefiere obtener un combustible con menos de 0,4% en peso de cloro.

40 Mientras que la separación de material de no combustión fino se puede conseguir con el uso de una operación de tamizado sola, se prefiere el tratamiento inicial de la corriente de residuos con un cribador de viento. Parece que un cribador de viento es eficaz para separar partes pesadas (incluidos PVC y PVDC) con una superficie específica por unidad de masa relativamente baja. Sin embargo, fragmentos de vidrio y pequeñas partículas de arena se separan más eficazmente de la corriente de residuos bien secada a través de cribado/tamizado. El cribado no parece ser muy eficaz con una corriente húmeda, dado que partículas de arena y de vidrio en fragmentos se adhieren a los materiales de celulosa. El cribado se puede realizar con un tamiz con una anchura de malla de 5 mm o menor, de preferencia aproximadamente 4 mm o menor y, más preferiblemente de aproximadamente 3 mm, a pesar de que se pueden utilizar valores de malla superiores o inferiores,

45 En una realización preferida adicional, el procedimiento comprende una etapa adicional de separación de metales. En el material secado se pueden separar ahora eficazmente pequeñas partículas de metal tales como grapas y pinzas sujetapapeles.

50 Dependiendo del tamaño de las partículas en la corriente de residuos, se puede preferir desmenuzar adicionalmente las partículas. Para uso como combustible secundario, típicamente la mezcla de residuos de celulosa/plástico

consiste en partículas con un tamaño máximo de partícula de 80 mm, preferiblemente 50 mm y, más preferiblemente, 30 mm. Si están presentes, se pueden desmenuzar o reducir de otro modo al tamaño deseado de partícula partículas mayores hechas de celulosa o material termoplástico.

5 El material combustible de residuos mixto, obtenido con un procedimiento de acuerdo con la presente invención, tiene preferiblemente un contenido en energía de aproximadamente 18 GJ/tonelada o más, de preferencia aproximadamente 20 GJ/tonelada o más, e incluso más preferiblemente, aproximadamente 22 GJ/tonelada o más. Generalmente, el valor calórico será de aproximadamente 35 GJ/tonelada o menos, de preferencia aproximadamente 32 GJ/tonelada o menos.

10 El tratamiento ulterior de la mezcla de celulosa/plástico en partículas incluye la compactación en la etapa (e) antes del almacenamiento. Este proceso de compactación se realiza preferiblemente en un dispositivo granulador que produce gránulos con un diámetro de a lo sumo 10 mm, lo más preferiblemente de a lo sumo 8 mm y, lo más preferiblemente a lo sumo 6 mm. Este proceso se describe en detalle en el documento EP-A-1.083.212, así como en el documento US-A-5.342.418. Los gránulos resultantes se pueden almacenar fácilmente y transportar al lugar para el uso ulterior.

20 En otra realización, la compactación se realiza para formar gránulos de un diámetro de aproximadamente 25 mm o menor, en gránulos blandos. Gránulos de este tipo pueden ser transportados bastante bien y pueden utilizarse, por ejemplo, en hornos de cemento. Alternativamente, la mezcla se desmenuza formando una "pasta en copos" y se alimenta directamente a la estufa u horno.

25 Preferiblemente, los gránulos resultantes se utilizan como combustible secundario en una unidad de combustión. Ésta puede ser cualquier unidad, pero una de las posibilidades preferidas es el uso de estos gránulos en una central eléctrica que se pone en funcionamiento con carbón pulverizado como combustible principal. Con el fin de ser útil como combustible secundario en combinación con carbón pulverizado, los gránulos han de ser reducidos de tamaño. Por lo tanto, los gránulos se desmenuzan preferiblemente formando un polvo en la etapa (f) antes de que se utilicen como combustible secundario. Es ventajoso moler los gránulos por medio de un molino de turbulencias de aire.

30 Al realizar un proceso integrado tal como conforme a la presente invención, se superan los problemas infraestructurales de tratar el material pastoso en copos del proceso de secado: facilidad de transporte de la mezcla secada y facilidad de mezclado con el combustible principal de la unidad de combustión.

35 Un beneficio integrado de las enseñanzas de la presente invención se puede conseguir cuando el proceso de secado y la unidad de combustión están situados próximos uno a otro. Entonces, parte del calor generado en la unidad de combustión se puede utilizar para precalentar la mezcla de residuos de celulosa/plástico y/o el medio gaseoso y/o el material de alimentación utilizado para obtener dicho medio gaseoso. También, parte de la propia mezcla de celulosa/plástico secada se puede utilizar como material de alimentación para la preparación del medio gaseoso con el cual se seca la mezcla de residuos de celulosa/plástico húmeda que penetra.

40 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es un dibujo esquemático de la sección del secador y del cribador de viento de acuerdo con la presente invención. En la Figura 1, (1) es el secador con tambor rotatorio, directamente conectado al cribador de viento (2). En el quemador (3) se puede quemar gas o aceite que penetra a la través de la tubería (6), estando presentes oxígeno en el medio gaseoso (16) reciclado y aire fresco (5). El medio gaseoso calentado penetra en el obstáculo, mientras que una corriente de residuos en partículas húmeda penetra a través de la tubería (4). Como resultado del secado y del cribado por viento, una corriente de materia en partículas, limpia de material no combustible pesado, se insufla a través de la tubería (7). Materia no combustible pesada se recoge, en parte, del fondo del secador con tambor rotatorio (8) y desde el fondo del cribador de viento (9). La corriente principal se transporta mediante la acción del sistema de transporte-ventilación (10). La materia en partículas procedente de la corriente se separa del medio gaseoso en uno o más ciclones (11). La corriente de residuos que tiene partículas de celulosa y plástico secas y purificadas se procesa ulteriormente a través de la tubería (12). El medio gaseoso (13) se limpia de polvo en uno o más ciclones (14), y parte (16) del mismo se recicla al quemador, mientras que parte (15) se purga.

55 La Figura 2 representa un esquema para tratar corrientes de residuos con el fin de obtener un material pastoso en copos que puede utilizarse como combustible o que se puede procesar ulteriormente para formar gránulos de combustible. Números iguales tienen el mismo significado que en la Figura 1. En el lado de entrada, (17) representa la corriente de residuos de entrada que es desmenuzada en el desmenuzador (18) a un tamaño de partículas, por ejemplo, menor que 150 mm, preferiblemente menor que 100 mm. Después de ello, la corriente se somete a una separación de metal con imanes (19) y un dispositivo de corriente parásita (20). En el extremo posterior, la corriente (12) se criba a través de un tamiz (21) de 3-4 mm, separando arena y fragmentos de vidrio (22) procedentes de la

mezcla de celulosa/plástico (23). La mezcla de celulosa/plástico se puede someter a una clasificación de PVC mediante un clasificador automático (24). La mezcla, ahora muy limpia, se puede utilizar como tal, pero preferiblemente se desmenuza ulteriormente, por ejemplo en partículas de un tamaño menor que 30 mm o menor que 40 mm en el desmenuzador (25). También se puede incluir una etapa de separación de metales adicional (no mostrada). La corriente pastosa en copos (26) se puede utilizar como tal, pero también se puede utilizar de manera muy ventajosa en un proceso de granulación tal como se describe, p. ej., en el documento EP 108 32 12.

La invención se explicará adicionalmente mediante los siguientes ejemplos que no deben considerarse como limitantes de la invención.

EJEMPLOS 1-4

Una alimentación que consiste principalmente en papel y plástico contaminados, procedentes de residuos municipales, se desmenuzó hasta trozos de aproximadamente 100 mm o menores. La corriente de residuos se transportó a través de un imán y un dispositivo de corriente parásita para separar los metales. La corriente se transportó a un secador con tambor rotatorio. El recipiente se inclinó 5° con respecto a la horizontal (la entrada está a una mayor altura que la salida). Esto determina que las partículas pesadas de unos pocos cm caigan al final. El gas calentado de entrada tiene generalmente una temperatura superior a aproximadamente 423 K (150°C) o mayor, y aproximadamente 523 K (250°C) o menor. El residuo seco se transportó directamente a un cribador de viento. No se observó embadurnamiento de plástico en las superficies del equipo. Partículas pesadas se recogieron en el fondo, mientras que la fracción más ligera, consistente principalmente en fibras de celulosa y plástico, se recogió en dos ciclones. El secador era un recipiente de aproximadamente 20 metros de longitud y 4 m de diámetro, utilizándose componentes internos. El quemador se ajustó para utilizar 640 metros cúbicos de gas metano por hora, con una alimentación de aire de 33360 metros cúbicos. La salida del producto era de aproximadamente 12,3 toneladas/h. Gas procedente de dos ciclones del producto principal se limpió sobre ciclones de polvo y se separó. Una corriente se purgó y otra parte se recicló al quemador. Esto tiene la ventaja de que el contenido en oxígeno será disminuido, reduciendo significativamente el riesgo de explosión o de incendio. En segundo lugar, la corriente de gas reciclado es bastante caliente, reduciendo la entrada de calor para obtener la temperatura necesaria. La Tabla 1 resume algunos de estos datos de ensayo. La fracción separada es la parte del gas de escape que se purga. Las cifras no tienen en cuenta material inerte, dado que la capacidad térmica del material inerte es muy baja y, generalmente, no comprenden humedad.

Tabla 1

Parámetro	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4
<u>Alimentación de producto</u>				
Papel (% en peso)	36,25	36,25	36,25	36,25
Humedad (% en peso)	31,0	31,0	31,0	31,0
Plástico (% en peso)	32,75	32,75	32,75	32,75
<u>Alimentación del secador</u>				
Temp. del gas (°C)	200	250	150	180
Caudal (1000 toneladas/h)	131	95	240	156
Oxígeno (%)	15,7	16,1	15,2	15,5
Caudal de agua (t/h)	9,4	5,1	22,3	12,7
Factor de escisión (%)	47	64	26	39
<u>Salida del secador</u>				
Temperatura del producto (°C)	73	72	75	74
Temperatura del gas (°C)	102	104	100	102
Humedad (%)	4,6	4,8	4,4	4,5

Aproximadamente 1% en peso (con relación a los materiales sólidos) de materiales pesados se recogió en el fondo del secador. La corriente de residuos se insufló directamente en una tubería vertical de 20 m de altura y 1,7 m de diámetro. El caudal de gas era de aproximadamente 18 m/s. En el fondo se recogió aproximadamente 1% en peso de material pesado. Las cantidades de material pesado recogidas dependerán del tratamiento previo de la corriente de residuos, y la cantidad puede ser mayor o menor. En cualquier caso, la mezcla seca permite una separación eficaz de material pesado.

Se obligó a que el gas y la mezcla de residuos fluyeran con ayuda de dos ventiladores de transporte. Después de ello, la corriente de residuos principal se separó de la corriente de gas en dos ciclones consecutivos.

Material no combustible pequeño se separó de la corriente de residuos en partículas haciendo pasar la corriente

resultante por un tamiz; para ello se utilizó un tamiz en movimiento con una malla de tamiz de 3 mm. Se separó aproximadamente 2% en peso de arena fina y fragmentos de vidrio. Después de ello, la corriente de residuos se transportó a una desmenuzadora que cortó las partículas en trozos de aproximadamente 30 mm de longitud y anchura máximas.

5 La corriente de residuos limpia resultante se convirtió en partículas sólidas al comprimirla a través de un troquel que tenía una longitud (L) del agujero eficaz al diámetro (D) del agujero mayor que 5 y, preferiblemente, mayor que 7, en donde la temperatura de la mezcla se elevó hasta aproximadamente 100-115°C o incluso hasta 120°C, dependiendo de la corriente de residuos y de la velocidad de la prensa. Los gránulos resultantes estaban constituidos por
10 aproximadamente 97% en peso o más, en general aproximadamente 98% en peso o más de plástico (semi-fundido) y material fibroso orgánico/de celulosa.

EJEMPLOS 5-8

15 De manera análoga a los Ejemplos 1-4, se llevaron a cabo procesos adicionales. La etapa de secado se muestra en la Tabla 2. En los Ejemplos 7 y 8, la cantidad de gas natural utilizado era 580 y 510 Nm³/h, respectivamente. La humedad de la mezcla de alimentación de productos se ajustó en los Ejemplos 5 y 6, de modo que en la mezcla de
20 alimentación de productos se mantuvo un contenido total en humedad de 31% en peso. Experimentos utilizando un contenido reducido en humedad conducían a un incremento en la temperatura del producto y del medio gaseoso en la salida del secador. Observaciones experimentales indicaron que, bajo los parámetros del proceso específicos utilizados, se prefiere un contenido en humedad de al menos 15% en peso para asegurar que la temperatura del producto de salida no sea lo suficientemente elevada como para provocar un embadurnamiento de las superficies del equipo.

25 Tabla 2

Parámetro	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7	Ej. 8
<u>Alimentación de producto</u>				
Papel (% en peso)	5,0	65,0	36,25	36,25
Humedad (% en peso)	31,0	31,0	31,0	31,0
Plástico (% en peso)	64,0	4,0	32,75	32,75
<u>Alimentación del secador</u>				
Temp. del gas (°C)	200	200	157	132
Caudal (1000 toneladas/h)	119	140	156	168
Oxígeno (%)	15,7	15,7	15,3	15,0
Caudal de agua (t/h)	8,5	9,8	13,9	16,3
Factor de escisión (%)	51	43	30	25
<u>Salida del secador</u>				
Temperatura del producto (°C)	67	77	66	61
Temperatura del gas (°C)	84	104	81	66
Humedad (%)	0,6	5,6	4,5	6,5

30

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un método para procesar una mezcla de residuos de celulosa/plástico en partículas que comprende:
- materiales celulósicos;
 - materiales termoplásticos, que comprenden al menos 60% en peso de homopolímeros y/o copolímeros de polietileno;
 - partículas más pesadas que las partículas hechas de materiales celulósicos y termoplásticos; y
 - un contenido en humedad de 15% en peso o más,
- 10 comprendiendo el método las etapas de:
- (a) secar la mezcla de residuos de celulosa/plástico mediante tratamiento con un medio gaseoso caliente con una temperatura en el intervalo de 425 a 525 K,
- 15 (b) hacer pasar la mezcla de residuos de celulosa/plástico secada y el medio gaseoso que tiene una temperatura de aproximadamente 390 K o inferior a una fase de purificación, y
- (c) someter la mezcla de residuos de celulosa/plástico secada a la acción de la fase de purificación con el fin de separar partículas más pesadas que las partículas hechas de materiales celulósicos y termoplásticos, en el que la fase de purificación comprende un cribador de viento, un tamiz o una combinación de los mismos.
- 20 2.- El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la mezcla de residuos de celulosa/plástico tiene un contenido en humedad de 1 a 15% en peso.
- 3.- El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el tiempo de permanencia del medio gaseoso caliente es de 3 segundos a 5 minutos.
- 25 4.- El método de acuerdo una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en la etapa (a) la mezcla de residuos de celulosa/plástico y el medio gaseoso se hacen pasar al mismo tiempo a través de un recipiente.
- 5.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el medio gaseoso caliente tiene un contenido en oxígeno mayor que 3% en volumen.
- 30 6.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los materiales más pesados que los materiales celulósicos y termoplásticos comprenden metales, piedras, materiales cerámicos, vidrio o plásticos termoestables.
- 35 7.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además la etapa (d), separar la mezcla purificada de celulosa/plástico y el medio gaseoso mediante la acción de un ciclón.
- 8.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la mezcla de residuos de celulosa/plástico se trata previamente, antes de la etapa (a), mediante compresión mecánica con el fin de reducir el contenido en agua.
- 40 9.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la mezcla de residuos de celulosa/plástico comprende 5 a menos de 40% en peso de material termoplástico, basado en el peso seco total de materiales celulósicos y termoplásticos.
- 45 10.- El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la mezcla de residuos de celulosa/plástico comprende 40 a 85% en peso de material termoplástico, basado en el peso en seco total de materiales celulósicos y termoplásticos.
- 50 11.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de purificación comprende un cribador de viento.
- 12.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio gaseoso caliente se obtiene a través de calentamiento de un medio gaseoso precalentado con el uso de vapor de agua.
- 55 13.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la relación en peso de residuos de celulosa a plástico es de al menos 2:3.

FIGURA 1/2

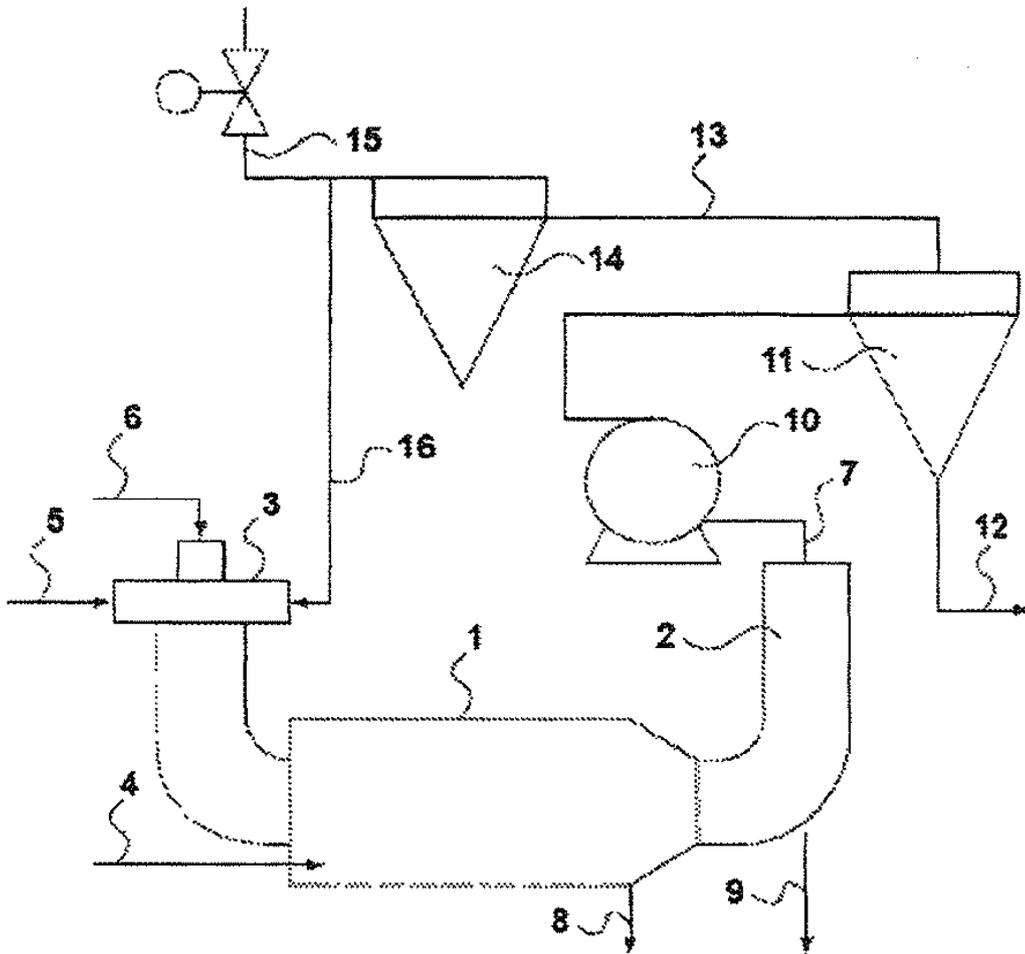


FIGURA 2/2

