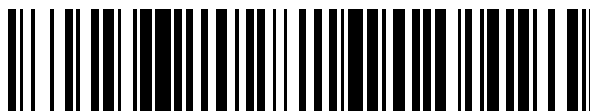


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 021**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)

C08J 11/04 (2006.01)

D01B 9/00 (2006.01)

C08J 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2012** **PCT/US2012/058828**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2013** **WO2013066559**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2012** **E 12775109 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016** **EP 2773493**

54 Título: **Proceso para reciclar moqueta**

30 Prioridad:

04.11.2011 US 201113289703

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

18.04.2017

73 Titular/es:

SHAW INDUSTRIES GROUP, INC. (100.0%)
616 East Walnut Avenue
Dalton, GA 30720, US

72 Inventor/es:

BORK, JOSEPH, E.;
PASPEK SR., STEPHEN, C.;
SCHROEDER, ALAN, F. y
HEISE, WILLIAM, H.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 609 021 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

Proceso para reciclar moqueta

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para reciclar moqueta, y más específicamente a un proceso para reciclar moqueta que produce una fibra de cara limpia adecuada para uso industrial.

10 Antecedentes de la invención

Una moqueta típica se compone de cuatro materiales distintos: 1) la fibra de cara o pelo, a menudo fabricada de nailon, poli(tereftalato de etileno) o poliolefina; 2) la base, a menudo fabricada de polipropileno o fibras naturales como yute; 3) el aglutinante o adhesivo, a menudo de látex de caucho de estireno butadieno (SBR); y 4) el relleno inorgánico, a menudo carbonato de calcio o caliza. Miles de toneladas de moqueta postindustriales y postconsumo se envían a vertederos cada año. Estas moquetas son difíciles de reciclar, ya que son mezclas de diversos plásticos, aglutinantes, rellenos inorgánicos y fibras. Muchos usos de gama alta de moqueta reciclada requieren separar los diferentes polímeros, eliminar la suciedad y otros contaminantes y retirar los aglutinantes y otros rellenos. Por diseño, el moquetado es difícil de deconstruir. Este se construye para sobrevivir a décadas de desgaste sin que la fibra de cara se separe del material de base, y sin que se caiga el aglutinante.

La parte más valiosa de la moqueta es normalmente el material de la "fibra de cara", a veces descrito como "pelo", que a menudo es de poliéster o nailon, y normalmente conforma desde aproximadamente el 35 a aproximadamente el 65 % en peso de la moqueta. La moqueta a reciclar a menudo se clasifica basándose en su composición de fibra de cara, siendo la moqueta de nailon actualmente más valiosa debido a la mayor demanda de nailon reciclado.

Un método convencional para recuperar el material de fibra de cara normalmente implica esquileo, un método para retirar el material de fibra de cara análogo a esquilar a una oveja para retirar su lana. En tales métodos, el equilibrio se descarta normalmente. Una ventaja de este método es que la mayoría de la parte de fibra que no es de cara de la moqueta se separa de la fibra de cara. Una desventaja del método es que el esquileo es un trabajo intensivo. Los pedazos de la moqueta deben desenrollarse, cortarse en piezas de tamaño apropiado y suministrarse manualmente uno a uno a una unidad de esquileo. La moqueta debe suministrarse a un esquilador en una orientación apropiada, con la fibra de cara orientada hacia las cuchillas de esquileo, haciendo que la fibra esquilada sea susceptible de contaminación con el material de base. Una desventaja adicional de este método es que el rendimiento de la fibra de cara es bajo, normalmente solo del 25 % al 50 % de la fibra de cara se recupera.

En el esquileo, la profundidad de corte debe ajustarse con cuidado para maximizar la recuperación de fibra de cara mientras se minimiza el corte en el material de base. Por desgracia, los espesores de la moqueta varían. Los cortes profundos tienen el riesgo de contaminar la fibra esquilada, mientras que los cortes poco profundos tienen como resultado pérdidas de rendimiento. El desgaste de las cuchillas en tales aplicaciones es significativo y costoso.

Otro método convencional de reciclaje de moqueta es la trituración total de la moqueta. Toda la moqueta se tritura simplemente en fibras, y una parte del látex y el relleno inorgánico se eliminan como arena o polvo. Sin embargo, este método tiene la desventaja de dejar las fibras de polipropileno de base todavía entremezcladas con las fibras de cara. Además, el extremo inferior de cada fibra de cara retiene una parte significativa del látex y el relleno inorgánico, haciendo que esta fibra de cara no sea adecuada para usos que requieren una fibra de cara reciclada más purificada.

La patente de Estados Unidos N.º 5.889.142 divulga un proceso para separar selectivamente poliamidas de materiales de desecho de múltiples componentes que incluye las etapas de someter la mezcla de múltiples componentes a una mezcla específica de caprolactama y agua a un intervalo de temperatura seleccionado por debajo de la temperatura de degradación del polímero a recuperar, separando la solución de poliamida formada y recuperando la poliamida deseada.

La patente de Estados Unidos N.º 7.067.613 divulga, en el reciclaje de poliamidas de nailon 6 y nailon 6 a partir de desechos de postconsumo o postindustriales, un proceso para separar las poliamidas de los componentes de desecho de poliolefina combinados, particularmente polipropileno, mediante la mezcla de los desechos con una composición disolvente de éster y calentando la mezcla a una temperatura por encima de la temperatura de fusión de las poliolefinas contenidas para formar la composición disolvente de éster que contiene además polímero de poliamida disuelto y una fase de poliolefina líquida, inmiscible y separada.

La patente de Estados Unidos N.º 6.752.336 divulga un método de recuperación de materiales de moqueta reduciendo la moqueta al tamaño de fibra reducidas, convirtiendo en lechada las fibras de tamaño reducido en un medio líquido, y después separando selectivamente las fibras de tamaño reducido en un centrifugador. Se dice que el método es apropiado particularmente para recuperar fibras de cara de nailon o poliéster a partir de desechos de moqueta postindustriales y de preconsumo.

La patente de Estados Unidos N.º 6.498.250 divulga un proceso para despolimerización de nailon en el que un material de múltiples componentes, que comprende nailon y uno o más componentes de no nailon, se suministra a una zona de despolimerización en la que la despolimerización de al menos parte del nailon se efectúa, teniendo como resultado una corriente de producto y un residuo, conteniendo la corriente de producto monómeros del nailon, y conteniendo los residuos componentes de no nailon, en el que el contenido de nailon en el residuo se mide y se usa para controlar el proceso de despolimerización.

La patente de Estados Unidos N.º 7,784,719 divulga métodos de recuperación de materiales de construcción primarios para toda la moqueta que se dice que son particularmente apropiados para recuperar fibras de cara de nailon o poliéster a partir de desechos de moqueta de postconsumo y postindustriales. Los métodos incluyen reducir toda la moqueta a materiales de moqueta fragmentados (es decir, pelo, base y aglutinante), reduciendo además los materiales de moqueta fragmentados a fibras de tamaño reducido y aglutinante, convirtiendo en lechada las fibras de tamaño reducido y el aglutinante en un medio líquido acuoso, (por ejemplo, agua) y después separando las fibras de tamaño reducido y el aglutinante en un centrifugador.

La patente de Estados Unidos con N.º de publicación 2011/0040027 divulga un método de reciclaje de componentes de moqueta que comprende convertir la moqueta de postconsumo que incluye un base de látex en un polvo de flujo libre que se dice que es adecuado para la incorporación en uno o más productos como un componente de producto reciclado. Se divulgan diversos procesos para convertir la moqueta de postconsumo que comprende un base de látex, incluyendo un proceso en el que una parte de las fibras de cara puede cosecharse a partir de moqueta usada de postconsumo, o la moqueta puede simplemente triturarse para formar una primera mezcla, después de lo cual una parte de las fibras de moqueta se separan y se retiran de la primera mezcla para formar una segunda mezcla, que puede posteriormente exponerse a un nivel relativamente alto de calor para degradar térmicamente y/o volatilizar parcialmente el material polimérico presente en la segunda mezcla. La mezcla puede entonces incorporarse a nuevos productos, ya sea sola o mezclada con un material particulado, inorgánico y sólido.

El documento JP 2006 116298 divulga un proceso de retirada y reciclaje de material de capa de formación de fibra a partir de una baldosa de moqueta configurada con un material de capa de formación de fibra y una capa de revestimiento de cloruro de vinilo.

La publicación científica de A. Sekiguchi et al., 6º Simposio Internacional de Reciclaje de Materias Primas de Materiales Poliméricos, 7 de octubre de 2011, páginas 1-2, divulga un proceso de recuperación de nailon a partir de desechos de moqueta a través de pirólisis, en el que la moqueta se calienta en un reactor con forma de cúpula con ZnO en una atmósfera de helio.

A pesar de los métodos de reciclaje de moqueta antes descritos, todavía existe una necesidad en la técnica de procesos mejorados para reciclar moqueta, especialmente aquellas que contienen fibras de cara tales como nailon y poliéster.

Sumario de la invención

La invención se refiere a un proceso para recuperar material de fibra de cara de una moqueta que incluye un material de fibra de cara y un material de base, el proceso incluye las etapas de calentar la moqueta a una temperatura inferior al punto de fusión del material de fibra de cara, pero mayor que la temperatura de descomposición térmica del material de base, durante un tiempo y a una temperatura suficiente para descomponer al menos una parte del material de base, haciendo que el material de base sea más friable que en su estado original; y aplicar una fuerza mecánica a la moqueta para liberar el material de base friable del material de fibra de cara. Estas etapas pueden llevarse a cabo secuencialmente o simultáneamente, siempre y cuando el material de base se haya vuelto suficientemente friable para poder separarse del material de fibra de cara. De manera similar, las etapas pueden llevarse a cabo en aparatos separados o en el mismo aparato, siempre y cuando el aparato incluya un medio de calentamiento de la moqueta y un medio para aplicar fuerza mecánica a la moqueta para liberar el material de base friable del material de fibra. Las etapas pueden llevarse a cabo en lotes o continuamente.

Descripción detallada

De esta manera, la invención se refiere a un proceso que incluye una etapa de calentamiento de una moqueta que incluye un material de fibra de cara y un material de base, para volver friable al menos una parte del material de base, es decir, más friable que el base sin tratar, tal como mediante descomposición térmica. Tal como se usan en el presente documento, los términos “descomposición térmica”, “descomponer” y similares van destinados a incluir pirólisis y/o reacciones de oxidación. Tales descomposiciones térmicas tienen lugar sobre un amplio intervalo de temperatura, y para fines de la invención, la moqueta o fibra enmarañada se calienta a al menos la temperatura de descomposición térmica “inicial”, es decir, la temperatura a la que el material de base comienza a descomponerse. Para esta invención, la temperatura a la que la descomposición térmica comienza es menor que la temperatura de fusión de la fibra de cara.

El material de base friable, y opcionalmente cualquier otro componente de la moqueta tal como adhesivo o relleno inorgánico, puede entonces liberarse de la unión con las fibras de cara como por ejemplo reduciendo simultáneamente el tamaño de las partículas de los componentes friables mientras se liberan de la unión con las fibras de cara. La etapa de calentamiento y la etapa de liberación pueden llevarse a cabo secuencialmente o simultáneamente, siempre y cuando el material de base se haya vuelto suficientemente friable para poder separarse del material de fibra de cara.

El método de la invención puede usarse para liberar el material de base del material de fibra de cara de cualquier moqueta en la que el material de base pueda ser preferentemente descompuesto térmicamente (o pirolizado y/u oxidado, tal como se ha dicho anteriormente) con respecto a las fibras de cara, por ejemplo, con cualquier moqueta en la que el material de base se descomponga a una temperatura inferior al punto de fusión o el punto de descomposición del material de fibra de cara. Cuanto mayor sea la diferencia entre las temperaturas a las que los dos materiales se descomponen térmicamente, más satisfactoria será la separación posterior.

El proceso de la invención se lleva a cabo mejor en aquellos casos en los que el material de fibra de cara no se funde a la temperatura a la que el material de base comienza inicialmente a descomponerse, aunque todavía puede tolerarse algo de fusión si es aceptable un rendimiento menor del material de fibra de cara. Esto también puede ser posible para calentar preferentemente el material de base para que el material de fibra de cara no se funda sustancialmente, y todavía se recupere el material de fibra de cara del material de base que se ha vuelto friable, aunque se entenderá que cuanto mayor sea la diferencia en la temperatura de descomposición térmica entre el material de base y el material de fibra de cara, más satisfactoria será la separación posterior de acuerdo con los procesos de la invención.

Tal como se usa en el presente documento, el término "moqueta" va destinado a interpretarse ampliamente para describir un material de múltiples componentes decorativo o protector que incluye un material de base, un material de fibra de cara normalmente compuesto de una pluralidad de fibras y opcionalmente un relleno inorgánico, normalmente combinado con un adhesivo, que por sí mismo tiene usos industriales una vez separado de los otros componentes de la moqueta. En un aspecto, el material de fibra de cara puede comprender, por ejemplo, nailon o poliéster, el material de base un polipropileno tejido y el adhesivo un látex inorgánico relleno.

Los tipos de moqueta útil de acuerdo con la invención incluyen moqueta nueva, moqueta postindustrial o moqueta de postconsumo. Tal como se usa en el presente documento, el término "moqueta" también incluye los residuos de procesos de esquileo de moqueta, a menudo denominados "carcasa de moqueta". Esto comprende el material de base con la fibra residual que permanece unida después del esquileo mecánico.

Tal como se usa en el presente documento, el término "moqueta" también va destinado a incluir materiales fibrosos y compuestos de dos o más tipos diferentes de fibras en los que un tipo de fibra tiene una temperatura de descomposición térmica u oxidación o pirólisis menor que el otro. Un ejemplo de tal material es una malla de revestimiento de tronco, que está compuesta de fibra PET no tejida, que puede considerarse el material de fibra de cara, y un aglutinante de poliolefina, que puede considerarse el material de base. Otro ejemplo es el relleno de moqueta fabricado a partir de moqueta reciclada que puede estar compuesto de PET o fibra de nailon, y/o fibra de polipropileno, y uno o más componentes de base y adhesivos.

De acuerdo con la invención, el material de base, que es normalmente un material tejido, comprende un material que puede descomponerse térmicamente, pirolizarse u oxidarse, por ejemplo, una poliolefina tal como polietileno o polipropileno. El material de base puede comprender además materiales adicionales tales como adhesivos y rellenos inorgánicos, tal como se ha descrito en el presente documento, que juntos forman un material de base friable o un residuo de base cuando la moqueta se calienta de acuerdo con la invención, tal como se describirá adicionalmente en el presente documento.

El material de fibra de cara puede comprender, por ejemplo, un nailon o poliéster, una mezcla de náilonos o una mezcla de poliésteres, o una mezcla de náilonos y poliésteres, que preferentemente se funde a una temperatura superior a la temperatura de descomposición térmica del material de base. Los náilonos son, por supuesto, también conocidos como poliamidas, y los términos se usan en el presente documento de manera intercambiable para describir polímeros compuestos de unidades de repetición unidas mediante grupos de amida, incluyendo sin limitación nailon 6 y nailon-6,6. Los poliésteres dispuestos para la separación de acuerdo con la invención son polímeros que tienen enlaces de éster de repetición e incluyen homopolímeros y copolímeros de poli(tereftalato de etileno) (PET), homopolímeros y copolímeros de tereftalato de polibutileno (PBT) y similares, incluyendo aquellos que contienen comonómeros tales como ciclohexanodimetanol, ácido ciclohexanodicarboxílico y similares.

En la moqueta, el material de fibra de cara se orienta normalmente con respecto al material de base en forma de U, en el que una fibra se inserta en un material de base y forma una U, con la parte intermedia de la fibra en contacto con el material de base, y la fibra bien se corta con una longitud uniforme, llamada pelo de felpa, o se deja sin cortar, llamada pelo de bucle. Los pelos de cualquier forma se describen en el presente documento como fibras de cara, y están adecuadamente separadas del material de base mediante los procesos de acuerdo con la invención.

Las moquetas se forman de esta manera normalmente mediante la fibra de cara que se ancla en una banda de material de base, por ejemplo, hilos de polipropileno, que son flexibles a temperatura ambiente. Las moquetas útiles para procesos inventivos también pueden incluir en el material de base un adhesivo tal como látex, por ejemplo, látex SBR (estireno/butadieno/caucho), relleno con una sustancia inorgánica tal como carbonato de calcio como

relleno inorgánico, proporcionada para añadir peso a la moqueta, ayudando el adhesivo a mantener el material de fibra de cara unido al material de base. Las moquetas pueden comprender además un material de red de polipropileno en contacto con el material adhesivo, también destinado para asegurar que las fibras de cara no se separen involuntariamente del material de base durante el uso.

De hecho, es la presencia de estos diversos materiales destinados a mantener la integridad de la moqueta durante el uso lo que hace que la separación posterior de las fibras de cara del material de base sea difícil en la práctica. Es la descomposición térmica preferente del material de base y, opcionalmente de cualquier material adhesivo y red de polipropileno, lo que ayuda a obtener el material de fibra de cara utilizable de acuerdo con la invención.

Tal como se usa en el presente documento, el término "friable" significa que el material se ha vuelto más fácil de cortar, rasgar, desgarrar, triturar, desmenuzar o pulverizar, y debe distinguirse del estado termoplástico o elástico o flexible del material de base de la moqueta tal como sería el caso, por ejemplo, de hilos de poliolefina proporcionados como el material de base para las moquetas durante el uso. Debe entenderse que el término "friable" debería interpretarse ampliamente para cubrir cualquier estado en el que un material de base previamente flexible para una moqueta se libera y separa más fácilmente del material de fibra de cara flexible debido a una tendencia incrementada a desmenuzarse o pulverizarse debido a al menos una descomposición térmica y/u oxidación y/o pirólisis parcial del material de base.

De esta manera, la invención se refiere a un proceso para recuperar material de fibra de cara desde una moqueta que incluye material de fibra de cara y un material de base, comprendiendo el proceso: a) calentar la moqueta hasta una temperatura menor que el punto de fusión del material de fibra de cara, pero mayor que la temperatura de descomposición térmica del material de base, durante un tiempo y a una temperatura suficiente para descomponer térmicamente al menos una parte del material de base, haciendo que el material de base sea friable; y b) aplicar fuerza mecánica a la moqueta para liberar el material de fibra de cara del material de base friable. La moqueta puede calentarse en la etapa a) hasta una temperatura, por ejemplo, de aproximadamente 175 °C a aproximadamente 260 °C.

Cuando el material de fibra de cara comprende nailon 6, por ejemplo, la moqueta puede calentarse en la etapa a) hasta una temperatura de 175 °C a 215 °C. Cuando el material de fibra de cara comprende nailon 6,6, por ejemplo, la moqueta puede calentarse en la etapa a) hasta una temperatura, por ejemplo, de 175 °C a 245 °C. Cuando el material de fibra de cara comprende poli(tereftalato de etileno), por ejemplo, la moqueta puede calentarse en la etapa a) hasta una temperatura de 175 °C a 260 °C.

De acuerdo con la invención, la moqueta puede calentarse en la etapa a) durante un tiempo, por ejemplo, desde aproximadamente 0,1 minutos a aproximadamente 120 minutos.

En un aspecto, las etapas a) y b) pueden llevarse a cabo en el mismo aparato. En otros aspectos, las etapas a) y b) pueden llevarse a cabo secuencialmente o simultáneamente, y pueden llevarse a cabo en un proceso por lotes, o pueden llevarse a cabo en un proceso continuo.

En los procesos de acuerdo con la invención, la moqueta puede enfriarse entre las etapas a) y b), provocando por tanto que al menos una parte del material de base se fracture espontáneamente.

Tal como se usa en el presente documento, el material de fibra de cara puede comprender un poliéster, o un nailon (una poliamida) o tanto un nailon como un poliéster, y el material de base puede comprender independientemente una poliolefina, o una fibra natural, tal como yute.

El material de fibra de cara recuperado de acuerdo con los procesos de la invención puede tener la forma de una fibra, o puede extrudirse para formar un artículo, o puede moldearse por inyección para formar un artículo.

El material de fibra de cara obtenido de acuerdo con la invención puede usarse en uno o más procesos de reciclaje químicos.

El proceso de la invención puede comprender además separar cualquier relleno inorgánico del material de base friable para obtener el relleno inorgánico.

En otro aspecto adicional, la invención se refiere a un proceso para recuperar material de fibra de cara desde una moqueta que incluye un material de fibra de cara y un material de base de diferente composición mecánica que el material de fibra de cara, comprendiendo el proceso: a) calentar la moqueta hasta una temperatura menor que el punto de fusión del material de fibra de cara, pero mayor que la temperatura de descomposición térmica inicial del material de base, durante un tiempo y a una temperatura suficiente para descomponer térmicamente y/u oxidar al

menos una parte del material de base, haciendo que el material de base se vuelva más friable que el base sin tratar, b) aplicar una fuerza mecánica a la moqueta para liberar el material de fibra de cara del material de base friable; y c) retirar cualquier contaminante del material de fibra de cara a través de uno o más medios mecánicos.

5 En un aspecto, por tanto, la invención se refiere a un proceso que incluye una etapa de calentamiento de una moqueta compuesta de al menos un material de fibra de cara y un material de base hasta una temperatura menor que el punto de fusión del material de fibra de cara, pero mayor que la temperatura de descomposición térmica inicial de al menos una parte del material de base, durante un tiempo y a una temperatura suficiente para descomponer térmicamente al menos una parte del material de base, haciendo que sea friable, es decir, más friable que el base
10 sin tratar. Los componentes friables pueden liberarse entonces de la unión con las fibras de cara, por ejemplo, reduciendo simultáneamente el tamaño de partículas de los componentes friables cuando se liberan de la unión con las fibras de cara. Esto debe distinguirse de un caso en el que todo el material polimérico en la moqueta (tanto fibra de cara como base) se vuelve friable o se descompone térmicamente, o un caso en el que el material polimérico se funde simplemente y se mezcla para funcionar, por ejemplo, como un material compuesto para usos en los que las
15 propiedades físicoquímicas de la mezcla resultante no son particularmente exigentes. Esto también debe distinguirse de un proceso en el que el material polimérico se degrada térmicamente por completo, dejando solo un residuo inorgánico. De acuerdo con la presente invención, el material de fibra de cara polimérico se libera y se separa del material de base de una forma que pueda usarse con relativamente poco procesamiento adicional obligatorio.

20 En los procesos de la invención, la temperatura a la que la moqueta se calienta puede variar, por ejemplo, dependiendo de la naturaleza del material de fibra de cara y el material de base. Por ejemplo, la temperatura puede ser al menos aproximadamente 175 °C, o al menos 90 °C, o al menos 200 °C, hasta aproximadamente 235 °C, o hasta 245 °C o hasta 250 °C.

25 Cuando el material de fibra de cara comprende un poliéster, por ejemplo, un poli(tereftalato de etileno) que tiene un punto de fusión desde aproximadamente 250 °C a aproximadamente 260 °C, la moqueta puede calentarse hasta una temperatura de 175 °C a aproximadamente 250 °C, o de 180 °C a 245 °C.

30 Cuando el material de fibra de cara comprende un nailon, por ejemplo, nailon 6,6 que tiene un punto de fusión desde aproximadamente 240 °C a aproximadamente 250 °C, la moqueta puede calentarse hasta una temperatura de 175 °C a aproximadamente 240 °C, o de 180 °C a 235 °C.

35 Cuando el material de fibra de cara comprende un nailon, por ejemplo, nailon 6 que tiene un punto de fusión desde aproximadamente 215 °C a aproximadamente 220 °C, la moqueta puede calentarse hasta una temperatura de aproximadamente 175 °C a aproximadamente 215 °C, o de 180 °C a 210 °C.

40 Cuando el material de base comprende un polipropileno que comienza a descomponerse térmicamente a una temperatura de aproximadamente 175 °C, la moqueta puede calentarse hasta una temperatura mayor de 175 °C y menor que el punto de fusión de la fibra de cara.

La longitud de tiempo durante la que la moqueta se calentará variará dependiendo de la temperatura a la que la moqueta se calienta, así como de la composición del material de base y el material de fibra de cara, y puede ser durante un tiempo de al menos aproximadamente 0,1 minutos, o al menos 2 minutos, o al menos 3 minutos, o al menos 5 minutos, hasta aproximadamente 120 minutos, o hasta 60 minutos, o hasta 30 minutos, o hasta 10 minutos,
45 o hasta 5 minutos.

En un aspecto, la moqueta suministrada a los procesos de acuerdo con la invención puede proporcionarse como un fardo completo de moqueta triturada a un tamaño adecuado para un fácil manejo. El suministro triturado adecuado para este proceso puede variar en su tamaño máximo desde tan pequeño como 0,5 cm cuadrados hasta tan grande como 1 metro cuadrado. Esta trituración puede ocurrir en cualquier tipo de trituradora o granuladora comercial, o puede ocurrir en un dispositivo tal como un limpiador por etapas, una desmotadora de algodón o una unidad de cardado. Como alternativa, la moqueta puede usarse de una forma en la que no se realiza ninguna trituración o corte preparatorio, además de los cortes mínimos necesarios para encajar la moqueta en la fuente de calentamiento.

55 De acuerdo con la invención, después de la trituración preparatoria, cualquier contaminación ferrosa puede retirarse, por ejemplo, mediante separación magnética. Los finos también pueden retirarse igualmente, aunque esto puede no ser necesario. Debe apreciarse que cuanto más fina sea la trituración, en caso de que se use, se generarán más finos. La moqueta triturada puede opcionalmente granularse y tamizarse para obtener una distribución de partículas de tamaño relativamente pequeño. Sin embargo, los pedazos de moqueta de al menos 3,2 cm² (0,5 pulgadas cuadradas), y más preferentemente 6,4 cm² (1 pulgada cuadrada) y más preferentemente 12,9 cm² o más (2 o más
60 pulgadas cuadradas) parecen ser adecuados para este proceso.

La moqueta puede entonces calentarse durante un tiempo y hasta una temperatura suficiente para provocar que al menos una parte del material de base se degrade térmicamente y/o se oxide, haciendo que sea más friable tras el enfriamiento. Tal como se aprecia, la temperatura hasta la que la moqueta se calienta está preferentemente por debajo del punto de fusión del material de fibra de cara, pero es suficientemente alta para provocar la

descomposición térmica u oxidación de al menos una parte del material de base, lo que puede incluir otros materiales orgánicos o inorgánicos de fibra que no son de cara presentes en la moqueta. Sin embargo, la temperatura del entorno al que la moqueta se expone en el dispositivo de calentamiento puede superar el punto de fusión de la fibra de cara, ya que la moqueta necesitará algo de tiempo en el dispositivo de calentamiento para que la temperatura actual de la moqueta se incremente desde la temperatura ambiente hasta una temperatura superior.

El intervalo de fusión del poli(tereftalato de etileno), por ejemplo, es de aproximadamente 250 °C hasta aproximadamente 260 °C. Las condiciones útiles para la moqueta de poliéster, tal como se ha descrito en otro lugar en el presente documento, van desde aproximadamente 175 °C a aproximadamente 245 °C, y para una longitud de tiempo, por ejemplo, desde aproximadamente 0,1 a aproximadamente 120 minutos.

La temperatura deseada para una moqueta de nailon 6,6 puede ser ligeramente inferior, ya que el intervalo de fusión del nailon va desde aproximadamente 245 °C a 250 °C. Las temperaturas útiles para el nailon 6,6, tal como se describe en otro lugar en el presente documento, van desde aproximadamente 175 °C a aproximadamente 240 °C, y para una longitud de tiempo, por ejemplo, desde aproximadamente 0,1 a aproximadamente 120 minutos.

La temperatura deseada para una moqueta de nailon 6 puede ser todavía ligeramente inferior, ya que el intervalo de fusión del nailon va desde aproximadamente 215 °C a aproximadamente 220 °C. Las condiciones útiles para el nailon 6, tal como se ha descrito en otro lugar en el presente documento, van desde aproximadamente 175 °C a aproximadamente 215 °C, y para una longitud de tiempo, por ejemplo, desde aproximadamente 0,1 a aproximadamente 120 minutos.

Normalmente, las porciones de fibra que no son de cara de la moqueta se volverán tostadas, marrones o negras, y algunos vapores pueden emitirse a partir de la descomposición u oxidación de materiales orgánicos.

Una ventaja adicional de esta invención es que, a través de la parte de calentamiento del proceso, muchos de los contaminantes malolientes y/o patógenos encontrados en la moqueta usada se vaporizan, oxidan, pirolizan, carbonizan o se destruyen de otra manera. Estos incluirían elementos tales como residuos de comida y bebida, fluidos corporales, materia fecal, bacterias, plagas, etc. Tal retirada hace que la fibra de cara de este proceso esté mucho más limpia y sea más higiénica que la derivada mediante un simple esquilado.

Tal como se aprecia, el tiempo y la temperatura necesarios para hacer que al menos una parte del material de base sea friable será una función de la descomposición de la moqueta, y especialmente de la composición del material de fibra de cara y el material de base, el índice de transferencia de calor en el dispositivo de calentamiento y el tamaño del pedazo de moqueta que se calienta, y puede determinarse fácilmente mediante un experto en la materia con un experimento rutinario. La moqueta puede por tanto enfriarse suficientemente para solidificar cualquier parte fundida o descompuesta u oxidada, haciendo de esta manera que sean al menos parcialmente friables. El enfriamiento aplicado puede ser húmedo o seco.

Una vez que al menos una parte del material de base de la moqueta triturada se ha vuelto friable, la parte friable de la moqueta puede liberarse de las fibras de cara, por ejemplo, mediante la reducción mecánica a un tamaño de partícula menor mediante aplastamiento o fresado, por ejemplo, usando fresado por martillo, un molino de bolas, fresado de varillas, machacadoras de doble rodillo, fresado de pasador, trituradoras de árbol único, trituradoras de árbol doble, trituradoras de árbol cuádruple, granuladoras, cardadoras, peines de fibras, "desmotadoras" de fibra, molinos de molienda autógenos, limpiadores de fibras o cualquier otro dispositivo o combinaciones de dispositivos capaces de liberar el material de base del material de fibra de cara, tal como mediante el aplastamiento de las partículas friables hasta un tamaño menor. Debe apreciarse que tales dispositivos no reducen significativamente normalmente el tamaño del material de fibra de cara, por ejemplo, la fibra de poliéster o nailon, ya que el material de fibra permanece sustancialmente flexible y no friable. Esta etapa de reducción de tamaño también puede funcionar para al menos separar parcialmente el material de base liberado de la fibra de cara. Este aplastamiento o fresado también sirve para liberar los aglomerados de material friable de las fibras de poliéster o nailon a las que se unían.

Los contaminantes pueden entonces separarse adicionalmente de la fibra de cara, mediante cualquier número de métodos adecuados húmedos o secos, por ejemplo, mediante tamizaje, aspiración, cardado, peinado otros limpiadores de fibra mecánicos, lavado con agua, lavado con aire o combinaciones de estos métodos.

Debe apreciarse que la etapa de calentamiento puede llevarse a cabo simultáneamente con el fresado, por ejemplo, en un molino de bolas provisto de bolas calentadas para este fin.

De manera similar, en algunos dispositivos, tal como en un molino de bolas continuo de "barrido de aire" o en una unidad de tipo de cardado de "barrido de aire", las etapas de liberación y separación pueden llevarse a cabo simultáneamente.

Las fibras de cara pueden por tanto lavarse, limpiarse, peinarse o cardarse opcionalmente para reducir adicionalmente los contaminantes unidos usando técnicas conocidas para los expertos en la materia de la limpieza de fibras. Una separación de flotar/hundirse puede proporcionarse opcionalmente para reducir adicionalmente los

contaminantes, aprovechando de esta manera la mayor gravedad específica de los contaminantes descompuestos frente a la gravedad específica de la fibra de cara. La flotación de espuma puede opcionalmente de la misma manera usarse para reducir adicionalmente los contaminantes, aprovechando de esta manera la relación mucho mayor de superficie respecto al volumen de las fibras de cara en comparación con la de los contaminantes aplastados. Las fibras limpias pueden opcionalmente por tanto formarse como gránulos o sedimentos bien fundiéndose en una unidad tal como un extrusor con un peletizador unido o un densificador de tipo Condux o mediante compresión en una unidad tal como la California Pellet Mill, para un manejo y almacenamiento más fáciles. Como alternativa, las fibras pueden usarse tal como están, por ejemplo, para reciclaje o extrusión química o moldeo por inyección.

En otra realización adicional, la moqueta puede usarse tal como se proporciona, sin ninguna trituración o corte adicional, más allá de lo que puede ser necesario para que la moqueta encaje dentro de la fuente de calor seleccionada. En este aspecto, la moqueta puede suministrarse a o a través de un horno mediante cualquier medio adecuado de transporte.

Varias fuentes de calor puede usarse de acuerdo con la invención, ya sean hornos de convección naturales y convencionales, hornos de convección forzada, hornos microondas, hornos infrarrojos o similares. Las fuentes de calentamiento adicionales incluyen hornos rotativos, haces láser, rodillos calentados, sólidos calentados, fluidos calentados, gases calentados y vapor supercalentado. El calentamiento puede ser directo o indirecto. La fuente de calor puede proporcionarse de manera que el calor se suministre preferentemente al material de base, o puede aplicarse a todo el fragmento de moqueta.

Tal como se aprecia, la temperatura máxima a la que la moqueta se eleva será normalmente menor que la temperatura de fusión del material de fibra de cara, es decir, una temperatura a la que las fibras de cara no se fundan sustancialmente, y sin embargo a una temperatura suficientemente alta para descomponer al menos parcialmente el material de base, es decir, una temperatura a la que al menos una parte del material de base comienza a descomponerse. Idealmente, al menos la parte del material de base en contacto con o adyacente al material de fibra de cara se descompondrá térmicamente y/u oxidará, por lo que el material de fibra de cara puede por tanto liberarse adecuadamente del material de base friable.

Cuando el material de base es polipropileno, por ejemplo, la moqueta puede tratarse a unas temperaturas de al menos 175 °C o al menos 180 °C o al menos 190 °C, para hacer que el material de base se vuelva al menos parcialmente friable, o al menos una parte del material de base sea friable. Cuando el material de fibra de cara es poli(tereftalato de etileno), la moqueta se calentará normalmente hasta una temperatura no superior a 250 °C, o no superior a 245 °C o no superior a 243 °C, para evitar la fusión sustancial del material de fibra de cara.

Para una elaboración adicional, en un aspecto, el proceso se lleva a cabo triturando una parte o incluso un fardo completo de moqueta a un tamaño adecuado para un manejo fácil. Debe apreciarse que no es necesario retirar ningún alambre de embalaje antes de la trituración, ya que cualquier pieza de alambre puede retirarse magnéticamente después de la trituración.

La trituración puede llevarse a cabo en varias maneras, por ejemplo, usando una trituradora de doble árbol tal como la fabricada por SSI o Shred Tech, o una trituradora de un único árbol tal como las fabricadas por Linder o Komptech o una granuladora tal como las fabricadas por Cumberland o Rapid, o una máquina de cardado o una "uña de gato", tal como las fabricadas por Southern Mechatronics o Laroche.

El tamaño de trituración puede, en caso deseado, ser menor de un metro cuadrado, o menor de un decímetro cuadrado, o menor de un centímetro cuadrado o menor de 0,5 centímetros cuadrados.

Cualquier contaminación ferrosa puede retirarse, por ejemplo, mediante separación magnética de clavos, grapas, otros contaminantes ferrosos y similares. Los contaminantes metálicos no ferrosos pueden retirarse, por ejemplo, mediante máquinas de corriente inducida.

Los finos pueden retirarse opcionalmente en este punto, en caso deseado, usando tamizaje, aspiración o cualquier otro medio adecuado para retirar finos del material triturado. Los finos serán normalmente ricos en carbonato de calcio a partir de la base, tal como se ha descrito antes, y un triturado más fino, por supuesto, generará más finos.

La moqueta triturada puede opcionalmente granularse a una distribución de tamaño de partículas incluso más pequeño, por ejemplo, mediante una granuladora tal como las fabricadas por Cumberland o Herbold. Estas granuladoras contienen un tamiz que limita el tamaño de las partículas más grandes que pasan a través de la unidad. Tal tamiz de granuladora, en caso de usarse, puede tener orificios, por ejemplo, que son menores de 5,08 cm (2 pulgadas) de diámetro, o menores de 2,54 cm (1 pulgada) de diámetro. El tamaño deseado puede seleccionarse para maximizar la liberación del material de fibra de cara mientras se minimiza el troceado de la fibra de cara. Los contaminantes pueden retirarse opcionalmente después de la granulación, por ejemplo, mediante separación magnética de contaminantes ferrosos, separación de corriente inducida de materiales no magnéticos, y/o tamizaje y/o aspiración para la retirada de finos que, de nuevo, son normalmente ricos en carbonato de calcio a partir

del base de la moqueta.

La moqueta troceada se calienta entonces durante un tiempo suficiente y hasta una temperatura para provocar que los componentes del material de fibra que no son de cara se vuelvan friables después del enfriado, pero por debajo del punto de fusión del material de fibra de cara. La temperatura debe, por supuesto, sin embargo, ser suficiente para provocar la descomposición térmica de al menos una parte del material de base de la moqueta.

El calentamiento de la moqueta de acuerdo con la invención puede llevarse a cabo en varias maneras, ya sea de una manera por lotes o continua, y usando varias fuentes de calor.

En un aspecto, el calentamiento de la moqueta puede llevarse a cabo en un modo por lotes, en el que la moqueta se coloca dentro o sobre una fuente de calor, tal como un horno o un espacio encerrado calentado.

En otro aspecto, el calentamiento de la moqueta puede llevarse a cabo continuamente, en el que la moqueta se transporta sobre o dentro de varias fuentes de calor, tal como hornos equipados con un transportador móvil, hornos rotativos, rodillos calentados, dispositivos de transporte neumático equipados con calentadores de aire, etc. Los pedazos de la moqueta pueden permanecer en la misma orientación en la que se suministraron al dispositivo, o pueden girarse o voltearse o mezclarse a medida que pasan a través del dispositivo de calentamiento. El giro puede lograrse mediante medios mecánicos o mediante chorros de gas o mediante otros medios. El volteo de los pedazos puede lograrse haciendo que una cinta transportadora descargue en otra cinta transportadora o mediante la creación de una flexión en "S" en una única cinta transportadora. El calentamiento y la mezcla pueden ocurrir simultáneamente en una amasadora o transportador sin fin calentados. Las fuentes de calentamiento adecuadas para la práctica de la invención pueden de esta manera incluir un horno estático, un horno rotativo o un horno con una cinta móvil. El calentamiento de la moqueta puede ocurrir en el aire, es decir, no se necesita ninguna atmósfera especial. Como alternativa, el calentamiento puede llevarse a cabo en una atmósfera seleccionada para minimizar la formación de productos de oxidación, lo que conduce a reacciones de pirólisis y productos de pirólisis incrementados.

El calentamiento puede llevarse a cabo en la presencia de oxígeno, ya que un modo de descomposición térmica del material de base es un proceso de oxidación, en el que el oxígeno es beneficioso para conseguir la friabilidad deseada. Tal calentamiento puede llevarse a cabo en aire normal, o en aire sin oxígeno tal como el que se encuentra en gases de combustión recirculados.

La moqueta puede orientarse en los dispositivos de calentamiento en un número de maneras. En una cinta transportadora móvil, por ejemplo, la moqueta puede cargarse con el lado del pelo hacia arriba o hacia abajo. Los pedazos de la moqueta pueden superponerse o pueden apilarse uno tras otro. Los pedazos apilados o superpuestos pueden orientarse pelo con pelo o pelo con base. Si la moqueta se hace pasar sobre un único rodillo calentado, la moqueta puede orientarse con el pelo hacia el rodillo calentado o lejos del rodillo calentado, aunque la orientación del base hacia el rodillo calentado puede ser preferente. Si la moqueta se hace pasar entre dos rodillos calentados, entonces la orientación es irrelevante, ya que un rodillo siempre estará en contacto con la base. Si los pedazos de moqueta se calientan en un dispositivo tal como un horno rotativo que voltea los pedazos o si los pedazos de moqueta se calientan en un dispositivo que agita o mezcla los pedazos, entonces ninguna orientación de los pedazos de moqueta es posible o necesaria.

Debe apreciarse que normalmente, cuando el material de fibra de cara es poli(tereftalato de etileno), nailon o similar, las porciones de fibra que no son de cara de la moqueta se volverán beis, tostadas, marrones o negras y algunos vapores o humos pueden emitirse a partir de los materiales orgánicos de descomposición presentes. El tiempo y la temperatura actual seleccionados, como ya se ha mencionado, serán una función de la descomposición de la moqueta, y especialmente la composición del material de fibra de cara y el material de base. Otros materiales tales como látex u otros tipos de adhesivo o similares también pueden estar presentes, normalmente rellenos con un relleno inorgánico, y la temperatura puede seleccionarse para hacer que se vuelvan friables estos materiales adicionales. Cualquier adhesivo y/o relleno inorgánico que permanezca puede separarse del material de fibra de cara usando cualquier medio adecuado, tal como se ha descrito en otros lugares en el presente documento. Una temperatura adecuada puede seleccionarse mediante los expertos en la materia basándose en los componentes de la moqueta, y el tiempo y temperatura pueden de igual manera variar a medida que cambie la fuente de la moqueta, para tener una separación adecuada del material de base y otros componentes respecto del material de fibra de cara.

La moqueta, por supuesto, se enfría posteriormente de manera suficiente para solidificar al menos una parte de las porciones fundidas del material de base, haciendo que sean más friables. Varios tipos de enfriamiento puede ser aceptable, ya sean húmedos o secos. Estos incluirían aire, aire humedecido, agua nebulizada o agua líquida. Los métodos de enfriamiento indirectos tales como rodillos enfriados también podrían ser útiles. Los dispositivos de intercambio de calor pueden utilizarse para recuperar calor residual.

Si la posterior etapa de reducción de tamaño incluye la granulación húmeda o similar, entonces la zona caliente puede dejarse caer directamente en agua líquida y bombearse al aparato de reducción de tamaño.

Después del enfriamiento, el material de fibra de cara se libera del material de base friable mediante cualquier método adecuado, por ejemplo, mediante la reducción mecánica del tamaño de la parte friable de la moqueta troceada hasta un tamaño de partícula promedio menor del que tenía cuando entró en la etapa. Las opciones incluyen fresado por martillo, un molino de bolas, fresado de varillas, machacadoras de doble rodillo, fresado de pasador, trituradoras de árbol único, trituradoras de árbol doble, trituradoras de árbol cuádruple, granuladoras, cardadoras, peines de fibra, "desmotadoras" de fibra, limpiadores por etapas, clasificadores de aire, molinos de molienda autógenos, limpiadores de fibras o cualquier otro dispositivo capaz de reducir las partículas friables a un tamaño menor y liberarlas de la fibra de cara.

- 10 Debe apreciarse que tales dispositivos no reducirán normalmente de manera significativa el tamaño del material de fibra de cara, porque la temperatura a la que la moqueta se calienta se selecciona para que el material de fibra de cara permanezca sustancialmente flexible y no friable. Debe apreciarse que la etapa de reducción de tamaño antes descrita también funciona para liberar los aglomerados de material de base friable del material de fibra de cara al que se unían. Los contaminantes pueden separarse entonces del material de fibra de cara usando cualquier método adecuado, por ejemplo, un método húmedo o seco tal como tamizaje, aspiración, peinado, cardado, lavado con agua o lavado con aire. Como alternativa, en un dispositivo tal como un molino de bolas continuo de barrido de aire las etapas de fresado y separación pueden llevarse a cabo simultáneamente.

- 20 El material de fibra de cara resultante puede peinarse o cardarse opcionalmente para reducir además cualquier contaminante unido, tal como se realiza para retirar rebabas, semillas, etc., de las fibras naturales. Una técnica de separación opcional de flotar/hundirse puede usarse para reducir contaminantes adicionalmente, aprovechando de esta manera la mayor gravedad específica de los contaminantes descompuestos frente a la gravedad específica del material de fibra de cara. Una flotación de espuma puede usarse opcionalmente para reducir además los contaminantes, aprovechando la relación mucho mayor de superficie respecto a volumen del material de fibra de cara en comparación con la de los contaminantes aplastados, por ejemplo, usando microburbujas de aire para provocar que la fibra de cara flote en el agua mientras que los contaminantes se hunden.

- 25 Además, la fibra de cara puede peletizarse opcionalmente para un fácil manejo y almacenamiento, por medio de una operación de extrusión y peletización, por ejemplo, con un peletizador submarino Gala, o peletizarse por compresión, por ejemplo, usando una California Pellet Mill. La fibra de cara podría aglomerarse en una unidad tal como un aglomerador Condux o un densificador de tubo. La fibra de cara podría meterse en un embalaje o en una caja.

- 30 Tal como se apreciará de inmediato a partir de lo anterior, las ventajas de la invención incluyen una mayor recuperación de fibra de cara en comparación con el esquilado; una mayor calidad de la fibra de cara en comparación con la trituración simple; menos mano de obra; el uso de fardos completos sin abrir; evitar el corte manual extensivo de la moqueta; evitar el esquilado e inserción de la moqueta en una orientación específica; menos costes operativos; y similares.

- 35 El material de fibra de cara liberado de acuerdo con la invención puede tener varios usos, incluyendo como un reactivo en un proceso de reciclaje químico, por ejemplo, alcoholisis, glicólisis o amonólisis, o el uso tal cual como material fibroso, o reaccionar adicionalmente para incrementar el peso molecular del nailon o poliéster, según sea el caso.

- 40 Cualquier residuo de base restante también puede encontrar uso en un número de aplicaciones. Normalmente el material de base friable, o generalmente el residuo de base, una vez separado del material de fibra de cara, comprenderá un relleno inorgánico rico en carbonato de calcio y tendrá un valor nominal de calentamiento de energía (valor BTU) de aproximadamente 6978 kilojulios por kilogramo (3000 BTU por libra). El residuo de base puede, por ejemplo, mezclarse con carbón para proporcionar captura de azufre y valor de calentamiento. El residuo de base y, especialmente el relleno inorgánico, también pueden dimensionarse y volver a usarse en una moqueta nueva como un "relleno inerte" en el látex u otro adhesivo. El relleno inorgánico del residuo de base también puede encontrar uso en el ajuste del pH de diversos fluidos.

Ejemplos

55 Ejemplo comparativo 1

Una moqueta de nailon se trituró y tamizó para retirar gránulos de base de la fibra de cara. El rendimiento de la fibra fue aproximadamente el 50 % del suministro al proceso. La composición del producto de fibra de cara fue 75 % nailon, 18 % polipropileno y 7 % ceniza.

60

Ejemplo comparativo 2

Una moqueta de nailon se esquiló para retirar la fibra de cara, dejando atrás un pellejo que comprendía la base y una parte de la fibra de cara. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente el 23 % en peso del suministro al proceso, y la fibra de cara contenía aproximadamente el 2 % de contenido en peso de ceniza.

65

Ejemplo 1

Una muestra de moqueta de nailon se hizo pasar a través de un horno de convección mantenido a 210 °C (410 °F) con un tiempo de residencia total de 5 a 10 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno se fresó entonces por martillo para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje. La fibra se limpió después mediante cardado. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente el 43 % en peso y la fibra se analizó en un 98 % de nailon. El material residual en la fibra consistía en gránulos adicionales de base descompuesto que podrían haberse retirado mediante un cardado adicional.

Ejemplo 2

Una muestra de moqueta de PET se hizo pasar a través de un horno de convección mantenido a 235 °C (455 °F) con un tiempo de residencia total de 5 minutos para descomponer parcialmente el material de base de la moqueta. El producto de horno se fresó entonces por martillo para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje. La fibra se limpió entonces mediante cardado. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 67 % en peso, y la fibra se analizó en un 96 % de PET. El material residual en la fibra consistía en gránulos adicionales de base descompuesto que podrían haberse retirado mediante un cardado adicional.

Ejemplo 3

Otra muestra de moqueta de PET se hizo pasar a través de un horno de convección mantenido a 210 °C (410 °F) con un tiempo de residencia total de 10 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno se fresó entonces por martillo para liberar los residuos de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen de los residuos de base mediante tamizaje. La fibra se limpió entonces mediante cardado. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 62 % en peso y la fibra se analizó como un 92 % de PET.

Ejemplo 4

Otra muestra de moqueta de PET se calentó en un horno por lotes mantenido a 210 °C (410 °F) con un tiempo de residencia total de 30 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno se fresó entonces en un molino de bolas para liberar los residuos de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó entonces del volumen del residuo de base mediante tamizaje. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 55 % en peso.

Ejemplo 5

Una moqueta de PET se calentó en un horno por lotes mantenido a 216 °C (420 °F) con un tiempo de residencia total de 10 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno sufrió entonces una reducción de tamaño en una granuladora de árbol único de tres cuchillas para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó entonces del volumen del residuo de base mediante tamizaje. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 50 % en peso.

Ejemplo 6

Una muestra de moqueta de nailon se calentó en un horno por lotes mantenido a 210 °C (410 °F) con un tiempo de residencia total de 25 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno sufrió entonces una reducción de tamaño usando un molino de dos rodillos para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje y aspiración. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 52 % en peso.

Ejemplo 7

Otro ejemplo de moqueta de PET se calentó en un horno por lotes mantenido a 249 °C (480 °F) con un tiempo de residencia total de 3 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno sufrió entonces una reducción de tamaño usando un molino de bolas para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje y aspiración. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 58 % en peso.

Ejemplo 8

Otro ejemplo de moqueta de PET se calentó en un horno por lotes mantenido a 227 °C (440 °F) con un tiempo de residencia total de 6 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno sufrió entonces una reducción de tamaño usando un molino de bolas para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje y aspiración. El rendimiento de la fibra de

cara fue aproximadamente del 64 % en peso.

Ejemplo 9

- 5 Una moqueta de PET con una base de yute se hizo pasar a través de un horno de convección mantenido a 235 °C (455 °F) con un tiempo de residencia total de 5 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno se fresó entonces por martillo para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje. La fibra se limpió entonces mediante cardado. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 63 % en peso y la fibra se analizó en un 94 % de PET. El material residual en la fibra consistía en gránulos adicionales de base descompuesto que podrían haberse retirado mediante un cardado adicional.

Ejemplo 10

- 15 Otra muestra de moqueta de PET con un "reverso suave" Shaw se hizo pasar a través de un horno de convección mantenido a 235 °C (455 °F) con un tiempo de residencia total de 10 minutos para descomponer parcialmente el base de la moqueta. El producto de horno se fresó entonces en un molino de bolas para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 58 % en peso.

Ejemplo 11

- 20 Una muestra de moqueta de nailon se calentó en un horno por lotes mantenido a 210 °C (410 °F) con un tiempo de residencia total de 10 minutos para descomponer parcialmente la base de la moqueta. El producto de horno se fresó entonces por martillo para liberar el residuo de base de la fibra de cara. La fibra de cara se separó del volumen del residuo de base mediante tamizaje. El rendimiento de la fibra de cara fue aproximadamente del 41 % en peso.

Debe apreciarse que los anteriores ejemplos usaron diferentes tipos de moqueta como alimentación, y la cantidad de fibra recuperable varía de una moqueta a otra dependiendo de, por ejemplo, el espesor del pelo.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para recuperar material de fibra de cara de una moqueta que incluye un material de fibra de cara y un material de base, comprendiendo el proceso:
 - a) calentar la moqueta hasta una temperatura menor que el punto de fusión del material de fibra de cara, pero mayor que la temperatura de descomposición térmica del material de base, durante un tiempo y a una temperatura suficientes para descomponer térmicamente al menos una parte del material de base, haciendo que el material de base se vuelva friable; y
 - b) aplicar una fuerza mecánica a la moqueta para liberar el material de fibra de cara del material de base friable.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el que la moqueta se calienta en la etapa a) hasta una temperatura de aproximadamente 175 °C a aproximadamente 260 °C.
3. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de fibra de cara comprende nailon 6 y en el que la moqueta se calienta en la etapa a) hasta una temperatura de 175 °C a 215 °C.
4. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de fibra de cara comprende nailon 66 y en el que la moqueta se calienta en la etapa a) hasta una temperatura de 175 °C a 245 °C.
5. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de fibra de cara comprende poli(tereftalato de etileno) y en el que la moqueta se calienta en la etapa a) hasta una temperatura de 175 °C a 260 °C.
6. El proceso de la reivindicación 1, en el que la moqueta se calienta en la etapa a) durante un tiempo de aproximadamente 0,1 minutos a aproximadamente 120 minutos.
7. El proceso de la reivindicación 1, en el que las etapas a) y b) se llevan a cabo en el mismo aparato.
8. El proceso de la reivindicación 1, en el que las etapas a) y b) se llevan a cabo secuencialmente.
9. El proceso de la reivindicación 1, en el que las etapas a) y b) se llevan a cabo simultáneamente.
10. El proceso de la reivindicación 1, en el que las etapas a) y b) se llevan a cabo en un proceso continuo.
11. El proceso de la reivindicación 1, en el que la moqueta se enfría entre las etapas a) y b) provocando que al menos una parte del material de base se fracture espontáneamente.
12. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de fibra de cara comprende un poliéster.
13. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de fibra de cara comprende una poliamida.
14. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de base comprende una poliolefina.
15. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de base comprende una fibra natural.
16. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además reciclar químicamente el material de fibra de cara.
17. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además separar cualquier relleno inorgánico del material de base friable.
18. El proceso de la reivindicación 1, en el que el material de base es un material de base de composición química diferente a la del material de fibra de cara, y en el que en la etapa a) la moqueta se calienta durante un tiempo y a una temperatura suficientes para descomponer térmicamente y/u oxidar al menos una parte del material de base, haciendo que el material de base sea más friable que el material de base sin tratar y en donde el proceso comprende además la etapa c) de retirar cualquier contaminante del material de fibra de cara mediante uno o más medios mecánicos.