

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 842 926**

51 Int. Cl.:

B29B 17/02 (2006.01)
B07C 5/34 (2006.01)
G01N 21/31 (2006.01)
G01N 33/44 (2006.01)
G01N 21/95 (2006.01)
B29B 17/04 (2006.01)
B29K 23/00 (2006.01)
B29L 7/00 (2006.01)
G01N 21/3563 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.01.2018** **PCT/NL2018/050001**
87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2018** **WO18124882**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.01.2018** **E 18700442 (9)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2020** **EP 3562640**

54 Título: **Proceso y sistema de reciclaje de desechos de poliolefina**

30 Prioridad:

30.12.2016 NL 2018102

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.07.2021

73 Titular/es:

BLUE PLASTICS B.V. (100.0%)
Nederhoven 13
6002 XB Weert, NL

72 Inventor/es:

FRANSEN, ROEL JOHANNES HENRICUS
ARNOLDUS y
NOVOSELTSEVA, TATIANA VLADIMIROVNA

74 Agente/Representante:

VIDAL GONZÁLEZ, Maria Ester

ES 2 842 926 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 y sistema de reciclaje de desechos de poliolefina

- 5 La invención se refiere a un proceso de reciclaje de desechos de poliolefina de acuerdo con la reivindicación 1 y a un sistema de reciclaje de desechos de poliolefina de acuerdo con la reivindicación 13.

10 Las poliolefinas son moléculas poliméricas fabricadas mediante la polimerización por adición de alquenos (olefinas). Desde su comercialización hace más de 80 años, las poliolefinas son ahora la fracción principal de los materiales plásticos que han transformado la vida moderna. Las poliolefinas, tales como el polietileno y el polipropileno, han introducido nuevas posibilidades y beneficios a un precio atractivo. Mientras tanto, su producción anual sigue creciendo exponencialmente.

15 Una desventaja de este éxito es que los desechos de poliolefina se están extendiendo cada vez más en todo nuestro medio ambiente. Su persistencia en ambientes naturales, en combinación con la relativa facilidad de producir nuevas poliolefinas, ha dado como resultado su presencia ubicua en las áreas continentales, así como también en los grandes océanos del mundo. La vida en la Tierra se ve cada vez más dañada de esta manera y ahora estamos en un punto en el que esto se está convirtiendo en un problema a escala global.

20 Una posibilidad para disminuir estos efectos negativos de las poliolefinas es reciclarlas. Por lo tanto, existe la necesidad de procesos de reciclaje de poliolefinas eficientes y eficaces.

25 Es un fenómeno común que las poliolefinas, como muchos materiales poliméricos, sufren degradación química durante su vida. Un proceso de degradación dominante de las poliolefinas es la oxidación, que introduce grupos que contienen oxígeno en el material - por definición, el oxígeno está ausente en una poliolefina, ya que solo consiste en cadenas de hidrocarburos. La oxidación de una poliolefina conduce a un material con propiedades inferiores, tales como una menor resistencia y una mayor fragilidad. Por lo general, un mayor grado de oxidación de la poliolefina se acompaña de una menor calidad del material.

30 La tecnología relacionada con el reciclaje de desechos plásticos se describe en, *por ejemplo*, A. Moldovan y otros: "Characterization of polyolefins wastes by FTIR spectroscopy", Boletín de la Universidad de Transilvania de Brasov, Serie I: Engineering Sciences, vol. 5 (54) No. 2 - 2012; B. Vajna y otros: "Complex analysis of car shredder light fraction", The Open Waste Management Journal, 2010, 3, 46-55; documento EP0166899A2; y documento EP0521418A1.

35 El grado de oxidación de las poliolefinas juega un factor importante en su reciclaje. En función de la aplicación prevista de una poliolefina reciclada, puede tolerarse un grado mayor o menor de oxidación de la poliolefina. Sin embargo, no existen procesos de reciclaje de poliolefinas en donde la fuente del material de desecho de diferentes grados se recicla en un producto de alta calidad, especialmente sin mezclar poliolefina virgen en el material reciclado para disminuir el grado general de oxidación.

40 Sin embargo, ahora se ha descubierto que puede alcanzarse un proceso mejorado de reciclaje de poliolefinas al realizar una secuencia particular de etapas.

45 En consecuencia, la presente invención se refiere a un proceso de reciclaje para el reciclaje de desechos de poliolefina de acuerdo con la reivindicación 1, dicho proceso comprende

- proporcionar los desechos de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina; posteriormente
- 50 - eliminar contaminantes de las piezas de poliolefina, en donde la eliminación comprende lavar las piezas con agua antes de lavar las piezas con un solvente orgánico; posteriormente
- evaporar las trazas del solvente orgánico y el agua de las piezas de poliolefina lavadas para producir piezas secas; posteriormente
- extruir las piezas de poliolefina limpias y secas en la forma deseada;

55 en donde el proceso de reciclaje comprende un procedimiento de clasificación que se realiza antes o después de la eliminación de contaminantes, el procedimiento de clasificación comprende dividir la pluralidad de piezas de poliolefina en al menos dos grupos de piezas de poliolefina, en donde

- la división se produce de acuerdo con el grado de oxidación de las piezas de poliolefina
- 60 - al menos uno de los grupos de piezas de poliolefina se somete a extrusión en una forma deseada.

Para los fines de la invención, por un contaminante se entiende cualquier materia no poliolefínica.

La Figura 1 muestra un sistema de la invención en donde se recicla el desecho de poliolefina.

65

El desecho de poliolefina en un proceso de la invención puede comprender en principio cualquier tipo de poliolefina. Puede ser una poliolefina termoplástica o un elastómero de poliolefina. Por ejemplo, se selecciona del grupo de polietileno (PE), polipropileno (PP), polimetilpenteno (PMP), polibuteno-1 (PB-1), poliisobutileno (PIB), caucho de etilenpropileno (EPR) y caucho de monómeros de etilenpropilendieno (clase M) (caucho EPDM). Puede seleccionarse un polietileno del grupo de polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno lineal de alta densidad (LHDPE).

Los desechos de poliolefina pueden referirse a una variedad de objetos desechados hechos de poliolefina, tales como botellas, cajas, películas, bloques macizos o tubos huecos. Los desechos de poliolefina pueden ser en particular desechos agrícolas, en particular una película agrícola. En un proceso de la invención, la poliolefina a reciclar se procesa preferentemente en piezas de tamaño y forma comparables. Esto puede requerir la trituración o corte de productos de desecho de poliolefina en piezas con dimensiones particulares antes del proceso de la invención. Otra razón para triturar o cortar los productos de desecho de poliolefina es que cada objeto puede tener una variación sustancial en el grado de degradación de la poliolefina dentro del objeto. Por ejemplo, algunas áreas pueden haberse sometido a más degradación que otras áreas, posiblemente como resultado de una exposición diferente a la luz solar o materiales nocivos. Un ejemplo es la película agrícola, extraída de tierras agrícolas después de su vida útil. Es probable que las áreas subterráneas de la película, por ejemplo, hayan sufrido menos degradación que las áreas que residen por encima del suelo. Triturar o cortar tales objetos ofrece la posibilidad de separar los desechos de poliolefina más degradados de los desechos de poliolefina menos degradados. De esta forma, puede mejorarse la calidad del producto de poliolefina reciclada.

Por lo tanto, en un proceso de la invención, la provisión del desecho de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina puede estar precedida de

- proporcionar desechos de poliolefina en forma de una película;
- cortar la película, de manera que se obtenga una pluralidad de piezas de poliolefina.

Como se mencionó anteriormente, las piezas de poliolefina a reciclar se procesan preferentemente en piezas de un tamaño y forma comparables. En particular, las dos dimensiones más grandes de las piezas de poliolefina están, independientemente entre sí, en el intervalo de 5-500 mm, preferentemente en el intervalo de 10-200 mm. Por ejemplo, las piezas son láminas con una longitud que está entre 1 y 2 veces su ancho, en donde la longitud está en el intervalo de 20-500 mm, en particular en el intervalo de 40-250 mm.

Un indicador importante del grado de degradación de una poliolefina es su grado de oxidación. Dado que la poliolefina virgen en principio no contiene oxígeno en su estructura, cualquier oxígeno que se encuentre presente en una poliolefina puede atribuirse en principio a la oxidación de la poliolefina. Esto hace que para las poliolefinas sea relativamente fácil determinar hasta qué punto se han degradado como resultado de la oxidación.

El grado de oxidación se mide preferentemente al hacer uso de análisis espectroscópico, en particular análisis infrarrojo (IR), tal como análisis infrarrojo cercano (NIR), infrarrojo medio (MIR) o infrarrojo lejano (FIR). El espectro obtenido se compara después con el de una poliolefina virgen, preferentemente de una versión virgen de la misma poliolefina, con mayor preferencia de una versión virgen del mismo lote de producción de poliolefina. La desviación del espectro medido de aquel del material virgen es una medida del grado de oxidación. En los métodos basados en este principio, el resultado cuantificado se denomina comúnmente "índice de carbonilo".

La comparación se realiza por lo general sobre la base de ciertas bandas de absorción específicas en el espectro IR de una poliolefina. El índice de carbonilo puede determinarse, por ejemplo, al dividir el estiramiento de una zona de banda de carbonilo por el área de bandas de referencia tales como bandas de absorción de grupos CH₂. Por lo tanto, el índice de carbonilo puede definirse como la relación entre un área de banda de carbonilo y el área de una banda de referencia característica de una poliolefina.

En un proceso de la invención, se mide el grado de oxidación de las diferentes piezas de poliolefina para poder clasificarlas en consecuencia. La clasificación es de hecho un cribado pieza a pieza que después produce dos o más grupos de piezas de poliolefina. Típicamente, se trata de dos grupos de piezas de poliolefina, en donde las piezas en un grupo tienen un mayor grado de oxidación que las piezas en el otro grupo.

La clasificación puede comprender la siguiente secuencia de etapas, cuya secuencia se realiza típicamente una pluralidad de veces, es *decir*, en cada pieza que va a procesarse:

- 1) medir el grado de oxidación (más en particular el índice de carbonilo) de una pieza;
- 2) comparar el grado de oxidación medido con un valor predeterminado;
- 3) de acuerdo con el resultado de la etapa comparativa 2), o bien añadir la pieza a un primer grupo que comprende aquellas piezas que tienen un grado de oxidación que se encuentra por debajo del valor predeterminado; o añadir la pieza a un segundo grupo que comprende aquellas piezas que tienen un grado de oxidación que se encuentra por encima del valor predeterminado.

En este procedimiento de clasificación, el intervalo total para el grado de oxidación se divide en dos subintervalos por el valor predeterminado, y cada grupo en el que se clasifican las piezas corresponde a uno de los intervalos.

Por supuesto, también es posible separar las piezas en más de dos grupos, al definir más de dos intervalos para el grado de oxidación. De esta forma, puede hacerse uso de dos o más valores predeterminados. Esto permite una distribución más estrecha del grado de oxidación dentro de un grupo y, por lo tanto, una mejor definición del producto reciclado.

Cada pieza se mide al menos una vez en al menos una ubicación de la pieza, lo que produce al menos un valor para el grado de oxidación de una sola pieza. En caso de que se realice una pluralidad de mediciones en una sola pieza (en tiempo y/o ubicación de la medición), puede determinarse un promedio de los valores para asignar un cierto grado de oxidación a la pieza particular.

Cada uno de los al menos dos grupos de piezas resultantes de la clasificación comprende piezas que tienen un grado de oxidación dentro de un intervalo particular. En un proceso de la invención, un grupo particular sirve como el material de origen para la preparación de una cantidad de poliolefina reciclada de una calidad particular, mientras que otro grupo que tiene un grado diferente de oxidación puede ser la fuente de una poliolefina reciclada con otra calidad. Por lo tanto, después del procedimiento de clasificación, el proceso de reciclaje continúa con al menos uno de los grupos de piezas de poliolefina. Esto significa que al menos uno de los grupos se somete a la etapa final de eliminación de contaminantes (que solo se produce en el caso de que esta etapa no se haya realizado antes del procedimiento de clasificación); y esto significa que tal grupo se someterá a la extrusión real para producir un producto reciclado. Opcionalmente, otros grupos resultantes de la clasificación también pueden someterse a esas etapas del proceso de reciclaje para producir un producto reciclado; alternatively, tales grupos pueden eliminarse (*por ejemplo*, incinerarse) porque su calidad es demasiado baja para la preparación de un producto reciclado.

Con este método de clasificación, se evita que la poliolefina muy oxidada se mezcle con la poliolefina que está menos oxidada. Tal mezcla no reconocería la presencia de poliolefina de alta calidad en el desecho, lo que conduciría a un producto de calidad intermedia en lugar de una calidad superior a la de calidad intermedia. Por lo tanto, con un proceso de la invención, puede prepararse una poliolefina reciclada de la que puede ajustarse el grado de oxidación y por lo tanto, su calidad.

El procedimiento de clasificación puede realizarse antes de la eliminación de contaminantes o posteriormente. Cuando se realiza antes de la eliminación de contaminantes, se realiza después de la provisión de las piezas de poliolefina. Cuando se realiza después de la eliminación de contaminantes, puede realizarse antes o después del secado de las piezas. Preferentemente, se realiza después del secado de las piezas. En cualquier caso, se realiza antes de que tenga lugar la extrusión real.

Además de la clasificación de acuerdo con el grado de oxidación, puede estar presente una etapa de clasificación adicional que esté dirigida a separar los desechos de poliolefina de los desechos de plástico no poliolefínicos. Dado que el análisis espectroscópico tal como el IR puede discriminar entre poliolefinas por un lado y no poliolefinas por el otro, es posible usar una mezcla de estas dos clasificaciones de plástico como el material de partida para el proceso. Cuando también se proporcionan como una pluralidad de piezas, pueden clasificarse pieza a pieza de acuerdo con su naturaleza (poliolefina o no poliolefina), de manera que el material no poliolefínico se recolecte y proceda selectivamente en el proceso de reciclaje. Estos materiales después pueden procesarse adicionalmente en otros procesos (reciclaje) distintos al de la invención. Esta etapa de clasificación adicional puede realizarse antes o después de la eliminación de contaminantes.

El cribado pieza a pieza también permite realizar una separación de diferentes tipos de poliolefinas dentro del material de desecho de poliolefinas. Por ejemplo, para separar polietileno de polipropileno, o posiblemente también LDPE de HDPE o LDPE de LLDPE. Por lo tanto, un proceso de la invención puede comprender un procedimiento de clasificación adicional en donde las piezas de poliolefina se clasifican de acuerdo con el tipo de poliolefina y la clasificación produce al menos dos grupos de piezas de poliolefina (cada grupo consiste típicamente en un tipo diferente de poliolefina). Este procedimiento de clasificación puede realizarse antes o después de la eliminación de contaminantes.

Un proceso de la invención también puede comprender un procedimiento de clasificación adicional en donde las piezas de poliolefina se clasifican de acuerdo con su color. Este procedimiento de clasificación puede realizarse antes o después de la eliminación de contaminantes.

En un proceso de la invención, las piezas de desechos de poliolefina se limpian antes de extruirlas para formar el material reciclado. En esta etapa de limpieza, los contaminantes se eliminan de los desechos de poliolefina, para que no acaben en el material reciclado. La limpieza es importante, porque la inclusión de materiales no poliolefínicos en el producto reciclado da como resultado propiedades más pobres del material, tales como su resistencia, transparencia, elasticidad y durabilidad.

La limpieza comprende una etapa de lavado con un solvente acuoso, seguida de una etapa de lavado con un solvente orgánico. Después del tratamiento con el solvente orgánico, las piezas de poliolefina se secan, es decir, las trazas de agua y el solvente orgánico se eliminan por evaporación.

5 Por un solvente acuoso se entiende en particular un solvente que contiene agua, en donde el contenido de agua es 50 % en peso o más, 75 % en peso o más, 90 % en peso o más, 95 % en peso o más, 98 % en peso o más o agua esencialmente pura (esencialmente 100 % en peso). El solvente acuoso puede contener un detergente y/o uno o más de otros aditivos que ayuden a eliminar los contaminantes de las piezas de poliolefina.

10 El solvente orgánico puede ser en principio cualquier solvente que sea compatible con poliolefinas y en donde las poliolefinas no se disuelvan sustancialmente. Por ejemplo, el solvente orgánico se selecciona del grupo de ésteres, éteres, aldehídos, cetonas, alcoholes e hidrocarburos. Preferentemente, el solvente orgánico es un éster de un ácido carboxílico, tal como un ácido alcanoico C1-C4. Con mayor preferencia, el solvente orgánico es acetato de etilo. El solvente orgánico también puede ser un solvente seleccionado del grupo de acetona, metanol, etanol, propanol y éter dietílico.

15 En caso de que los desechos de poliolefina comprendan películas agrícolas, se encontró que el procedimiento para eliminar contaminantes es particularmente eficaz para eliminar contaminantes inorgánicos, así como también contaminantes orgánicos que son el resultado del uso en la agricultura, tales como películas, fertilizantes, heces animales, material vegetal y plaguicidas.

20 En un proceso de la invención, el procedimiento de clasificación puede realizarse antes de la eliminación de contaminantes, en donde la eliminación comprende una etapa de lavado con agua antes de una etapa de lavado con un solvente orgánico. Por lo tanto, tal proceso también puede describirse como un proceso de reciclaje para el reciclaje de desechos de poliolefina, que comprende las etapas de

- proporcionar los desechos de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina; después
- clasificar las piezas de poliolefina de acuerdo con su grado de oxidación, donde la clasificación produce al menos dos grupos de piezas de poliolefina; después
- 30 - eliminar contaminantes de las piezas de poliolefina de al menos un grupo de piezas de poliolefina, en donde la eliminación comprende una etapa de lavado con agua, opcionalmente en presencia de un detergente, antes de una etapa de lavado con un solvente orgánico; después
- eliminar las trazas del solvente orgánico y el agua de las piezas de poliolefina del al menos un grupo por evaporación para producir piezas de poliolefina secas; después
- 35 - extruir las piezas de poliolefina limpias y secas resultantes en una forma deseada.

La ventaja de realizar el procedimiento de clasificación antes de la eliminación de contaminantes (en lugar de posteriormente) por medio de agua y solvente orgánico es que el material no poliolefínico o el material poliolefínico no reciclable puede expulsarse al principio del proceso de reciclaje, sin gastar esfuerzos y materiales (tales como solvente orgánico, agua, detergente) en lavarlos, en secarlos y en transportarlos a un dispositivo donde tiene lugar el lavado. Se enfatiza que el procedimiento de lavado en un proceso de la invención sea bastante intensivo debido a que pequeñas cantidades de contaminantes que quedan atrapados durante la extrusión ya pueden deteriorar fuertemente las propiedades del material reciclado. Por lo tanto, es una pérdida de energía, tiempo y líquidos de lavado cuando las piezas de poliolefina completamente limpias se rechazan del proceso de reciclaje justo antes de la extrusión final.

Sin embargo, todavía es posible que antes de la etapa de clasificación, la suciedad deba eliminarse de las piezas por "métodos secos" para lograr una medición confiable del grado de oxidación. Tales métodos son métodos que no hacen uso de procedimientos de lavado ni de un líquido de lavado, en particular estos son métodos en donde el procedimiento de clasificación está precedido por una etapa de limpieza que no hace uso del lavado con un líquido. Esto puede lograrse al inducir una agitación y/o deformación física de las escamas, por ejemplo, al agitarlas, al someterlas a vibraciones del soporte sobre el que yacen, al apretarlas o al voltearlas en un recipiente por flujo de aire. También pueden cepillarse o raspase. Los contaminantes sólidos que se han desprendido por tales métodos pueden separarse de las piezas por tamizado. Esto es especialmente útil cuando la poliolefina contiene suciedad incrustada tales como placas de tierra o material vegetal. Por lo tanto, posiblemente haya una etapa de limpieza en bruto antes de la etapa de medición, pero esto preferentemente se aplicará solo en caso de que la presencia de suciedad pesada tal como grandes placas de barro seco o heces de animales impida una medición confiable del grado de oxidación de las piezas de poliolefina.

60 Se encontró inesperadamente que con muchos lotes de desechos poliolefínicos, en particular desechos agrícolas, todavía es posible una medición confiable del grado de oxidación de las piezas, a pesar de que las piezas no se han sometido a una etapa de lavado que hace uso de lavado con un líquido, tal como la etapa de lavado con agua antes de la etapa de lavado con un solvente orgánico. Especialmente cuando se realizó una pluralidad de mediciones en múltiples ubicaciones en una sola pieza, pudo realizarse una medición confiable del grado de oxidación. En aquellos casos donde la suciedad incrustada en las piezas todavía dificultaba las mediciones, la aplicación de un método de

limpieza en seco antes de la medición aumentó sustancialmente el éxito de las mediciones. Pueden rechazarse aquellas piezas para las que no pueda hacerse una medición sensible del grado de oxidación.

5 El material que se rechaza durante tal proceso (porque, por ejemplo, se degrada (oxida) en un grado inaceptable), aún no se ha lavado. Esto es una ventaja porque, dado que la poliolefina rechazada no se recicla, después de todo no es necesaria una limpieza. Por ejemplo, se incinera, para lo cual la presencia de suciedad no es importante, o al menos no tan importante como para el reciclaje de la poliolefina.

10 Por supuesto, también es posible realizar la clasificación después de que se haya realizado la limpieza. Esto no ofrece todas las ventajas mencionadas anteriormente, en particular no la ventaja de que es posible expulsar material no poliolefínico o material poliolefínico no reciclable al principio del proceso de reciclaje sin gastar esfuerzos y materiales en lavado y secado. Sin embargo, tal método todavía es ventajoso porque un cribado pieza a pieza permite ajustar el grado de oxidación - y por lo tanto la calidad - de una poliolefina reciclada.

15 Por lavado se entiende por lo general que las piezas se ponen en contacto con el líquido de lavado respectivo (es decir, agua y el solvente orgánico), después de lo cual el líquido de lavado se separa de las piezas en su estado líquido, por ejemplo, por filtración o decantación, posiblemente con la ayuda de centrifugación. Después de tal separación, todavía permanece una cierta cantidad de líquido de lavado en la superficie de las piezas y/o entre las piezas. Las piezas se denominan piezas húmedas. En un proceso de la invención, tales trazas remanentes de
20 líquido de lavado se eliminan al evaporarlas, lo que produce piezas secas. En un proceso de la invención, la evaporación puede producirse a presión atmosférica pero también a presión reducida.

Durante el lavado, puede usarse un detergente para lograr una mejor limpieza de las piezas de poliolefina.

25 En un proceso de la invención, las trazas de agua que permanecen en y entre las piezas después del lavado con agua, no tienen que eliminarse antes de la etapa de lavado con solvente orgánico. Estas trazas pueden evaporarse simultáneamente con la evaporación del solvente orgánico, posiblemente a una presión reducida, una vez se ha realizado la etapa de lavado con solvente orgánico.

30 En un proceso de la invención, la extrusión se realiza preferentemente en cada grupo de piezas por separado, de manera que los productos obtenidos después de la extrusión sean de calidades diferentes que corresponden a las de los grupos en los que se clasifican las piezas. Si se desea, puede añadirse poliolefina virgen antes de la extrusión en diferentes proporciones para mejorar la calidad del producto final (en particular al reducir su grado de oxidación).

35 Los aditivos que pueden añadirse a la poliolefina antes de la extrusión se seleccionan del grupo de antioxidantes, estabilizadores, agentes antiestáticos, agentes de expansión, lubricantes, pigmentos y plastificantes. Típicamente, las mediciones del material reciclado se realizan por lote, de manera que pueda determinarse una mejor formulación de los aditivos, que después se aplica en el siguiente lote.

40 Por el término "posteriormente" en un proceso de reciclaje de la invención se entiende que las acciones (por ejemplo, eliminación, evaporación, extrusión) que se indican después del término respectivo "posteriormente", se producen después de ese término respectivo, lo que permite la posibilidad de que otras acciones puedan realizarse entre las dos acciones.

45 La invención se refiere además a un sistema (1) para el reciclaje de desechos de poliolefina de acuerdo con la reivindicación 13, dicho sistema comprende

- una estación de clasificación (2) que puede

50 1) recibir los desechos de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina; y
 2) clasificar las piezas de poliolefina de acuerdo con su grado de oxidación;

- una estación de descontaminación (3) que puede

55 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de clasificación (2), cuyas piezas se han clasificado en la estación de clasificación (2); y
 2) eliminar contaminantes de las piezas de poliolefina al hacer uso de agua y un solvente orgánico como líquidos de lavado;

60 - una estación de secado (4) que puede

 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de descontaminación (3), cuyas piezas se han descontaminado en la estación de descontaminación (3); y
 2) eliminar trazas de agua y solvente orgánico de las piezas de poliolefina;

65 - una estación de extrusión (5) que puede

- 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de secado (4), cuyas piezas se han secado en la estación de secado (4); y
- 2) extruir las piezas de poliolefina en una forma deseada.

5 Tal sistema se demuestra en la Figura 1, que muestra la estación de clasificación (2) donde la pluralidad de piezas de poliolefina ingresa al sistema (1), la estación de descontaminación (3), la estación de secado (4) y la estación de extrusión (5) donde la poliolefina reciclada sale del sistema (1).

10 En un sistema de la invención, la estación de clasificación (2) típicamente comprende al menos dos salidas para las especies clasificadas, donde al menos una de las salidas puede proporcionar las piezas de poliolefina a la estación de lavado (3).

15 La invención también se refiere a un sistema (1) de reciclaje de desechos de poliolefina, que comprende

- una estación de descontaminación (3) que puede

- 1) recibir los desechos de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina; y
- 2) eliminar contaminantes de las piezas de poliolefina al hacer uso de agua y un solvente orgánico como líquidos de lavado;

- una estación de secado (4) que puede

- 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de descontaminación (3), cuyas piezas se han descontaminado en la estación de descontaminación (3); y
- 2) eliminar trazas de agua y solvente orgánico de las piezas de poliolefina;

- una estación de clasificación (2) que puede

- 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de secado (4), cuyas piezas se han secado en la estación de secado (4); y
- 2) clasificar las piezas de poliolefina de acuerdo con su grado de oxidación;

- una estación de extrusión (5) que puede

- 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de clasificación (2), cuyas piezas se han clasificado en la estación de clasificación (2); y
- 2) extruir las piezas de poliolefina en una forma deseada.

40 En un sistema de la invención, la estación de clasificación (2) típicamente comprende al menos dos salidas para las especies clasificadas, donde al menos una de las salidas puede proporcionar las piezas de poliolefina a la siguiente estación, que típicamente es la estación de extrusión (5).

45 Un sistema de la invención puede comprender además una estación de corte o trituración, cuya estación puede cortar objetos de poliolefina, tales como películas de poliolefina, en piezas más pequeñas. Por piezas más pequeñas se entiende que las piezas son más pequeñas que la película original antes del corte.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de reciclaje para el reciclaje de desechos de poliolefina, que comprende

- proporcionar los desechos de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina; posteriormente
- eliminar contaminantes de las piezas de poliolefina, en donde la eliminación comprende lavar las piezas con agua antes de lavar las piezas con un solvente orgánico; posteriormente
- evaporar las trazas del solvente orgánico y agua de las piezas de poliolefina lavadas para producir piezas de poliolefina secas; posteriormente
- extruir las piezas de poliolefina limpias y secas resultantes en una forma deseada;

en donde el proceso de reciclaje comprende un procedimiento de clasificación que se realiza antes o después de la eliminación de contaminantes, el procedimiento de clasificación comprende dividir la pluralidad de piezas de poliolefina en al menos dos grupos de piezas de poliolefina, en donde

- la división se produce de acuerdo con el grado de oxidación de las piezas de poliolefina;
- al menos uno de los grupos de piezas de poliolefina se somete a la extrusión en una forma deseada.

2. Un proceso de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el procedimiento de clasificación se realiza antes de la eliminación de contaminantes de las piezas de poliolefina.

3. Un proceso de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la provisión de los desechos de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina está precedido por

- proporcionar los desechos de poliolefina, cuyos desechos de poliolefina son una película;
- cortar la película, de manera que se obtenga una pluralidad de piezas de poliolefina.

4. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el proceso de clasificación está precedido por una etapa de limpieza que no hace uso del lavado con un líquido.

5. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los desechos de poliolefina son desechos agrícolas, en particular una película agrícola.

6. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las dos dimensiones más grandes de las piezas de poliolefina están, independientemente entre sí, en el intervalo de 5-500 mm, preferentemente en el intervalo de 10-200 mm.

7. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el procedimiento de clasificación comprende

- 1) medir el grado de oxidación (más en particular el índice de carbonilo) de una pieza;
- 2) comparar el grado de oxidación medido con un valor predeterminado;
- 3) de acuerdo con el resultado de la etapa comparativa 2), o bien añadir la pieza a un primer grupo que comprende aquellas piezas que tienen un grado de oxidación que se encuentra por debajo del valor predeterminado; o añadir la pieza a un segundo grupo que comprende aquellas piezas que tienen un grado de oxidación que se encuentra por encima del valor predeterminado.

8. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el grado de oxidación se mide por análisis espectroscópico, en particular análisis de infrarrojos tales como NIR, FTIR y MIR.

9. Un proceso de reciclaje de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el grado de oxidación de las piezas de poliolefina se determina al medir su índice de carbonilo, en donde el índice de carbonilo es la relación entre un área de banda de carbonilo y el área de una banda de referencia característica de una poliolefina.

10. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un procedimiento de clasificación adicional en donde las piezas de poliolefina se clasifican de acuerdo con el tipo de poliolefina.

11. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un procedimiento de clasificación adicional en donde las piezas de poliolefina se clasifican de acuerdo con su color.

12. Un proceso de reciclaje de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la evaporación se produce a presión reducida.

13. Un sistema (1) para el reciclaje de desechos de poliolefina, que comprende

- una estación de clasificación (2) que puede

5 1) recibir los desechos de poliolefina como una pluralidad de piezas de poliolefina; y
 2) clasificar las piezas de poliolefina de acuerdo con su grado de oxidación;

- una estación de descontaminación (3) que puede

10 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de clasificación (2), cuyas piezas se han clasificado en la
 estación de clasificación (2); y
 2) eliminar contaminantes de las piezas de poliolefina al hacer uso de agua y un solvente orgánico
 como líquidos de lavado;

- una estación de secado (4) que puede

15 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de descontaminación (3), cuyas piezas se han
 descontaminado en la estación de descontaminación (3); y
 2) eliminar las trazas de agua y solvente orgánico de las piezas de poliolefina;

- una estación de extrusión (5) que puede

20 1) recibir piezas de poliolefina de la estación de secado (4), cuyas piezas se han secado en la
 estación de secado (4); y
25 2) extruir las piezas de poliolefina en una forma deseada.

14. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende una estación de corte o trituración que puede
cortar la película de poliolefina en una pluralidad de piezas.

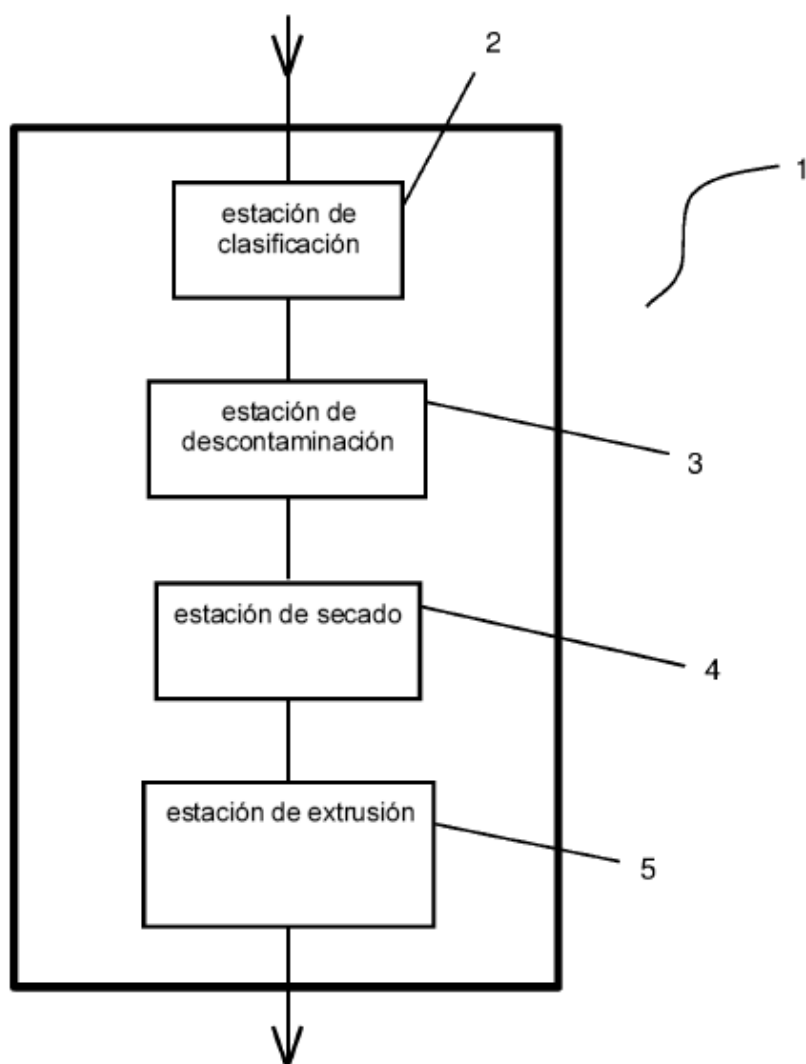


Figura 1