

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 012 125**

51 Int. Cl.:

- C08J 11/06** (2006.01)
- B29B 7/48** (2006.01)
- B29B 7/88** (2006.01)
- B29B 9/06** (2006.01)
- B29B 9/16** (2006.01)
- C08K 3/22** (2006.01)
- C21C 5/52** (2006.01)
- C21C 7/00** (2006.01)
- B29B 7/72** (2006.01)
- C21B 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2020 PCT/IT2020/050114**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2020 WO20230177**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2020 E 20731586 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024 EP 3969625**

54 Título: **Proceso de producción de un producto polimérico**

30 Prioridad:

13.05.2019 IT 20190006770

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

08.04.2025

73 Titular/es:

**I.BLU S.R.L. (100.00%)
Via Alpe Adria, 6
33010 Tavagnacco (UD), IT**

72 Inventor/es:

**GOSPARINI, PAOLO;
BOTTOLO, MIRKO y
GOSPARINI, ELIA**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 012 125 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 de producción de un producto polimérico

5 Campo de la invención

Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren a un procedimiento para producir un producto polimérico que puede, en particular, utilizarse como un sustituto de fuentes fósiles, por ejemplo, pero sin limitarse, en la industria del acero. Por ejemplo, un posible uso del producto polimérico descrito en el presente documento puede ser en un procedimiento para producir productos metálicos a partir de material ferroso, por medio de un horno de arco eléctrico (EAF, del inglés electric arc furnace) o un alto horno (BF, del inglés blast furnace) o procesos de reducción directa (DRP, del inglés direct reduction processes), reemplazando un material polimérico al menos parcialmente el combustible puesto a disposición en el calentamiento previo y fusión del material ferroso y/o reemplazando al menos parcialmente las fuentes de carbono utilizadas para refinar el material metálico fundido.

Otro ejemplo del posible uso del producto polimérico descrito en el presente documento puede ser en un proceso de conversión térmica o catalítica, por ejemplo, gasificación o pirólisis.

Antecedentes de la invención

Se sabe que el mercado está mostrando actualmente una necesidad creciente de fuentes de energía y principios químicos derivados del uso de combustibles fósiles. Por ejemplo, en la industria del acero existe una gran necesidad de fuentes fósiles, utilizadas tanto como fuentes de energía, por ejemplo, para generar calor y también como fuentes de sustancias químicas, por ejemplo, para generar los agentes reductores necesarios para la producción de productos metálicos ferrosos y no ferrosos, tales como aluminio, cobre u otros.

Por ejemplo, el uso de PCI (carbón pulverizado inyectado, Pulverized Coal Injected), coque MET, GPC (coque verde de petróleo, Green Petroleum Coke) es conocido para los fines anteriores.

Se sabe que existe una necesidad creciente de reducir el consumo de fuentes fósiles, tanto por su agotamiento progresivo como por los costes y el alto impacto ambiental asociados con su extracción, transporte, refinación, procesamiento y combustión.

Además, estas fuentes fósiles son cada vez menos utilizables en una perspectiva de desarrollo sostenible y economía circular.

Por estas y otras razones, se conoce la creciente necesidad de una nueva generación de combustibles, que combinen una alta eficiencia energética con un bajo impacto ambiental.

En este escenario, se conoce el uso de productos poliméricos, por ejemplo, derivados de la recogida selectiva de residuos de envases de plástico urbanos y especiales, para reemplazar al menos parcialmente las fuentes fósiles tradicionales.

El uso de estos productos poliméricos, en particular, por ejemplo, en la industria del acero, tiene ventajas relacionadas con su disponibilidad inmediata y generalizada y su facilidad de uso; también contribuye a la eliminación y/o reciclaje de materiales plásticos destinados de otro modo a vertederos y/o plantas de conversión de residuos en energía y contribuye a crear una economía circular.

Por lo tanto, este uso tiene un doble efecto de reducción de la contaminación: reutilizar materiales plásticos de desecho en lugar de incinerarlos y/o acumularlos en vertederos y reducir la necesidad de utilizar fuentes fósiles.

El documento US-A-5,554,207 describe la producción de un producto que puede usarse en hornos destinados a recuperar el hierro presente en los óxidos de hierro. El óxido de hierro se mezcla con un material termoplástico insoluble en agua y se calienta fundiendo el plástico para obtener un aglutinante para el óxido de hierro. El material obtenido de este modo se retroalimenta al horno para recuperar el hierro. Entre los termoplásticos utilizados se encuentra el PVC, que es notoriamente problemático ya que contiene un 50 % en peso de cloro. Los polvos y termoplásticos se procesan a temperaturas entre 150 °C y 260 °C. Este intervalo de temperatura, durante la etapa de aglomeración, no permite que el PVC se dectore, porque para eliminar el cloro de manera eficiente es necesario ir a temperaturas entre 300 °C y 400 °C. Además, este documento no pone a disposición ninguna selección aguas arriba de la etapa de aglomeración/peletización. La ausencia de selección implica que no hay control sobre los contaminantes presentes en los termoplásticos, que pueden introducir elementos potencialmente dañinos, tales como Cl y S, en el proceso de acero. Además, la falta de selección en este documento conocido no garantiza la constancia en la composición química y en el poder calorífico inferior (LCV, del inglés lower calorific value), lo que es importante en la industria del acero, por ejemplo. Finalmente, el conglomerado descrito en este caso no es fácilmente transportable para agregarse al proceso de acero, dado que los termoplásticos aglomerados/peletizados tienden a mantener la temperatura a la que se procesaron y tienden a conglomerarse entre sí, ya que todavía están cerca de la temperatura

de ablandamiento. Las grandes masas fundidas generadas son altamente problemáticas para el movimiento y los riesgos de incendio relacionados.

5 El documento US-A-6,635,093 divulga un procedimiento para fabricar combustible peletizado que contiene plástico y celulosa, reciclando flujos de material de desecho doméstico o industrial. El combustible peletizado se puede utilizar como combustible de alto horno. Los plásticos contenidos en este combustible se derivan de corrientes de residuos, constituyen al menos el 60 % del total, de los cuales, preferentemente al menos el 70 % del total de plásticos son polietileno (PE). Durante el proceso de peletización, los plásticos, y posiblemente la celulosa, alcanzan temperaturas entre 80°C y 125°C. Estas temperaturas, sin embargo, no son suficientes para obtener la fusión completa tanto del PE como de los polímeros distintos del PE y, por lo tanto, el producto peletizado obtenido es heterogéneo y no está completamente conglomerado. Por consiguiente, el material no es uniforme, está parcialmente fundido y tiene una densidad relativamente baja y, por lo tanto, no es fácilmente transportable. El hecho de que contenga fragmentos de plástico sin fundir hace que el pellet se rompa si se somete a impactos durante el transporte, que libere algunos fragmentos heterogéneos, fragmentos de PET, por ejemplo, de la masa fundida, y que facilite la formación de atascos en la línea de inyección, por ejemplo, en el alto horno. Además, la corriente de residuos utilizada no está sujeta a una selección basada en el tipo de material, pero se somete a cribado, desferrización y trituración. Esto significa que puede haber componentes indeseables en ésta, tales como PVC; el cloro que contiene no se puede eliminar porque las temperaturas del proceso, en este caso también, son demasiado bajas y no lo permiten. Dado que las temperaturas de proceso son bajas, el contenido de humedad también es alto, entre el 2 y el 10 %, un valor que no es compatible con la aplicación de acero ya que la energía térmica conduciría a la evaporación del agua y no derretiría el mineral de hierro. Tampoco en este caso se especifica ningún tipo de enfriamiento. El contenido creciente de celulosa en el combustible descrito en este caso tiene el efecto de reducir el poder calorífico inferior y, además de esto, considerando la ausencia de selección del material aguas arriba del cribado, el poder calorífico inferior será completamente inconstante. Además, la fracción de celulosa presente en el combustible puede provocar una reducción en el poder calorífico inferior, un parámetro que necesariamente debe mantenerse alto para que, por ejemplo, la temperatura de llama adiabática no caiga en la aplicación de alto horno. La adición de celulosa siempre conlleva un aumento potencial de cenizas, dadas las cargas minerales contenidas en el papel, por ejemplo, que son residuales aguas abajo de la combustión y conllevan una reducción de la permeabilidad, por ejemplo, en el alto horno.

30 El documento EP-A-3.418.400 describe un procedimiento para producir hierro fundido en un alto horno, utilizando pellets que contienen materiales termoplásticos. Los pellets consisten, en particular, en material plástico que varía entre el 50 y el 70 % en peso, del cual PE es al menos el 60 % en peso. Hay material celulósico presente del 30 al 50 % del peso del producto. En general, el procedimiento descrito en este documento tiene desventajas e inconvenientes en común con el documento US-A-6,635,093 analizado anteriormente.

35 El artículo de Monika Kuznia et al., "Research on thermal decomposition of Waste PE/PP", Inzynieria Chemiczna I Procesowa/Chemical and Process Engineering, vol. 34, n.º 1, 1 de marzo de 2013 describe el uso de residuos plásticos de PE/PP de residuos urbanos en la industria del acero, en particular inyectando gránulos o pellets en el alto horno. Este documento tiene límites relacionados con la falta de enfriamiento, ausencia de dechloración, ausencia de selección del tipo de materiales aguas arriba de la producción de los gránulos y, por lo tanto, tiene las desventajas e inconvenientes ya analizados en relación con estos aspectos en los documentos US-A-5,554,207, US-A-6,635,093 y EP-A-3.418.400.

45 El documento de Minoru Asanuma et al., "Establishment of Advanced Recycling Technology for Waste Plastics in Blast Furnace", JFE Technical Report n.º 13, 1 de mayo de 2009 divulga el uso de residuos plásticos en el alto horno. Este documento tiene límites relacionados al menos con la ausencia de selección del tipo de materiales contenidos en el flujo de residuos plásticos y, por lo tanto, tiene las desventajas e inconvenientes ya analizados en relación con este aspecto en los documentos US-A-5,554,207, US-A-6,635,093 y EP-A-3.418.400.

50 El documento US 2019/046992 A1 divulga una planta para recuperar y tratar residuos de chatarra de trituración. Esta planta conocida incluye una primera parte de planta y una segunda parte de planta. La primera parte de la planta está provista de medios de trituración y separación configurados para extraer materiales ferrosos, metales no ferrosos y materiales plásticos de los residuos de la trituración. Los medios de separación están provistos de un sistema granulador configurado para reducir, en modo seco y sin etapas de cribado previo, los residuos de trituración dando lugar a una corriente de material granular. La segunda parte de la planta está provista de medios para tratar y dimensionar los materiales plásticos configurados para transformar los materiales plásticos en material aditivo para su uso, en particular, en plantas de hierro y acero, tales como altos hornos, hornos de arco eléctrico o similares. Los medios para tratar y dimensionar los materiales plásticos incluyen un sistema en seco para cortar y/o moler los materiales plásticos.

60 Por lo tanto, es necesario desarrollar procedimientos para producir productos poliméricos que fomenten su uso, reduciendo sus costes de producción y mejorando su calidad.

65 Un propósito de la presente invención es desarrollar un procedimiento para la producción de un producto polimérico, a partir de material plástico, por ejemplo, residuos, que pueda volver a comercializarse para usos específicos, por ejemplo, en la industria del acero.

Un propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento para la producción de un producto polimérico que pueda reemplazar al menos parcialmente las fuentes fósiles en procesos para aplicaciones de acero.

5 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento que sea económico, para de este modo reducir los costes relacionados con la producción de materiales plásticos reciclados, para hacerlos más ventajosos en comparación con el uso de fuentes fósiles.

10 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento que sea simple de llevar a cabo, económico y que permita tratar, rápida y fácilmente, grandes cantidades de material polimérico, por ejemplo, derivadas de la recogida de residuos de envases urbanos y especiales.

15 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento que sea eficiente, reduciendo al mínimo las pérdidas de material plástico en las etapas de procesamiento.

Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento que pueda integrarse con diferentes ciclos de producción y reciclaje de materiales plásticos, por ejemplo, reutilizando los residuos de procesamiento.

20 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento capaz de producir un producto polimérico que supere las limitaciones de los productos plásticos actualmente comercializados, por ejemplo, en la industria del acero.

25 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento capaz de producir un producto polimérico con características químicas constantes gracias a un proceso de selección sofisticado después de la trituración.

30 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento capaz de producir un producto polimérico caracterizado por la presencia casi nula de contaminantes y/o materiales que puedan comprometer el rendimiento del producto, por ejemplo, en la industria del acero.

Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento capaz de producir un producto polimérico que pueda moverse y comercializarse inmediatamente después de la trituración, gracias a la operación de enfriamiento.

35 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento capaz de producir un producto polimérico por medio de densificación optimizada mediante la adición de un material corpuscular polimérico, lo que optimiza y maximiza las propiedades del producto polimérico final.

40 Otro propósito de la presente invención es poner a disposición un procedimiento capaz de producir un producto polimérico con la adición de un producto que consiste principalmente en óxidos de hierro derivados del proceso de laminado de productos metálicos.

45 La solicitante ha ideado, sometido a ensayo y plasmado la presente invención para superar los inconvenientes del estado de la técnica y para obtener estos y otros propósitos y ventajas.

Resumen de la invención

50 La presente invención se expone y caracteriza en la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes describen otras características de la presente invención o variantes de la idea inventiva principal.

De acuerdo con los propósitos anteriores, la presente invención se refiere a un procedimiento para producir un producto polimérico a partir de una mezcla heterogénea primaria que comprende material polimérico, que supera los límites del estado de la técnica y elimina los defectos presentes en este.

55 El procedimiento de la presente invención comprende:

- 60 - fragmentación al tamaño deseado de una mezcla heterogénea primaria que comprende material polimérico, obteniendo un material fragmentado del tamaño deseado, comprendiendo dicha mezcla heterogénea primaria dos o más seleccionados de los siguientes polímeros: polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno de densidad alta (HDPE, del inglés high-density polyethylene), polietileno de densidad baja (LDPE, del inglés low-density polyethylene), tereftalato de polietileno (PET);
- selección primaria mecánica, sin agua, del material fragmentado para eliminar el material metálico, polímeros no poliolefínicos y fracción extraña no polimérica;
- someter el material fragmentado a plastificación, obteniendo un material densificado;
- 65 - someter el material densificado a enfriamiento rápido, al menos mediante enfriamiento por aire realizado con transporte neumático, obteniendo un material densificado y enfriado que constituye el producto polimérico.

5 Una realización del enfriamiento rápido prevé que el material densificado en caliente, transportado neumáticamente para fines de enfriamiento por aire, se someta simultáneamente a un proceso de granulación capaz de maximizar el intercambio de calor y enfriar el producto polimérico. En particular, el proceso de granulación puede prever triturar el material en una trituradora.

10 En una posible otra realización, el material densificado en caliente se somete al proceso de granulación mezclándose junto con un aditivo plástico auxiliar que tiene un contenido de humedad capaz de acelerar el enfriamiento del producto polimérico sin comprometer sus propiedades.

De acuerdo con otras realizaciones, después de enfriar, el procedimiento puede prever fragmentar aún más el producto polimérico obtenido en un tamaño deseado.

15 En algunas realizaciones, el producto polimérico puede comprender dos o más de los siguientes polímeros: polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno de densidad alta (HDPE, del inglés high-density polyethylene), polietileno de baja densidad (LDPE, del inglés low-density polyethylene).

20 En otras realizaciones adicionales, el producto polimérico puede comprender elastómeros, tales como, a modo de ejemplo, caucho natural (NR, del inglés natural rubber) o caucho de estireno-butadieno (SBR, del inglés styrene-butadiene rubber).

De manera ventajosa, el producto polimérico de la presente invención puede usarse en la industria del acero en sustitución al menos parcial de fuentes fósiles, como combustible y/o como fuente de carbono.

25 Otro ejemplo de posible uso del producto polimérico descrito en el presente documento puede ser en un proceso de conversión térmica o catalítica, por ejemplo, gasificación o pirólisis.

30 En algunas realizaciones, la mezcla heterogénea primaria puede comprender materiales vírgenes y/o de desecho y/o residuos plásticos.

35 Esta característica permite obtener un procedimiento que permite trabajar materiales plásticos de desecho o residuos plásticos, volver a ponerlos en el mercado para usos específicos, por ejemplo, en la industria del acero, o en un proceso de conversión térmica o catalítica y promover el desarrollo de un mecanismo virtuoso que contribuya a la creación de una economía circular.

40 En algunas realizaciones, el aditivo plástico auxiliar que se puede usar, por ejemplo, en implementaciones que proporcionan enfriamiento rápido, puede comprender, al menos en parte, cantidades parciales de material de hundimiento que se origina en operaciones de flotación de material plástico en agua, por ejemplo, utilizado en el campo de la purificación de agua.

En algunas realizaciones, el aditivo plástico auxiliar que se puede usar en el enfriamiento rápido puede comprender, al menos en parte, cantidades parciales de material de hundimiento procedente de operaciones de flotación de material plástico en agua, por ejemplo, utilizado en los procesos de selección en otros ciclos de trabajo de material plástico.

45 De manera ventajosa, el procedimiento de la presente invención puede integrarse con diferentes ciclos de producción y reciclaje de materiales plásticos, o también con otros procedimientos de tratamiento de residuos.

50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, antes de la plastificación, el material fragmentado se puede mezclar con un material polimérico corpuscular, con dimensiones y tamaños más pequeños que los del material fragmentado.

Esta característica permite optimizar el proceso de plastificación, ya que reduce la presencia de espacio vacío en el material fragmentado y en el plastificante.

55 Descripción de algunas realizaciones

60 A continuación, nos referiremos en detalle a las diversas realizaciones de la invención. Cada ejemplo se pone a disposición a modo de ilustración de la invención y no debe entenderse como una limitación de esta. Por ejemplo, las características mostradas o descritas en la medida en que son parte de una realización pueden adoptarse en, o en asociación con, otras realizaciones para producir otra realización. Se entiende que la presente invención incluirá todas estas modificaciones y variantes.

65 Antes de describir estas realizaciones, también debemos aclarar que la presente descripción puede poner a disposición otras realizaciones y puede obtenerse o ejecutarse de varias otras formas. También debemos aclarar que la fraseología y la terminología usadas en el presente documento son para fines de descripción únicamente y no pueden considerarse como limitativas.

La solicitante ha desarrollado un procedimiento para producir un producto polimérico, que puede usarse, por ejemplo, en la industria del acero, de manera preferente pero restrictiva, con el fin de reemplazar al menos parcialmente las fuentes fósiles o, por ejemplo, en un proceso de conversión térmica o catalítica, por ejemplo, gasificación o pirólisis.

5 El procedimiento de acuerdo con la presente descripción prevé producir un producto polimérico a partir de una mezcla heterogénea primaria que comprende material polimérico. Este procedimiento comprende:

- 10 - fragmentación al tamaño deseado de una mezcla heterogénea primaria que comprende material polimérico, obteniendo un material fragmentado del tamaño deseado, comprendiendo dicha mezcla heterogénea primaria dos o más seleccionados de los siguientes polímeros: polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno de densidad alta (HDPE, del inglés high-density polyethylene), polietileno de densidad baja (LDPE, del inglés low-density polyethylene), tereftalato de polietileno (PET);
- 15 - selección primaria mecánica, sin agua, del material fragmentado para eliminar el material metálico, polímeros no poliolefínicos y fracción extraña no polimérica;
- someter el material fragmentado a plastificación, obteniendo un material densificado;
- someter el material densificado a una operación de enfriamiento rápido al menos mediante enfriamiento por aire realizado con transporte neumático, obteniendo un material densificado y enfriado que constituye el producto polimérico.

20 De acuerdo con otras realizaciones, el procedimiento, después de enfriar por enfriamiento rápido, puede prevenir fragmentar el producto polimérico al tamaño deseado.

25 En otras realizaciones, sin embargo, el procedimiento no prevé la fragmentación adicional después del enfriamiento por enfriamiento rápido y el producto polimérico se suministra y se pone a disposición para las aplicaciones requeridas en la forma y dimensiones obtenidas aguas abajo de la plastificación y el enfriamiento.

30 En algunas realizaciones, el producto polimérico que se puede obtener por medio de la presente invención se puede utilizar ventajosamente como combustible, por ejemplo, en procesos para producir productos metálicos que, en particular, prevén trabajos a altas temperaturas, por ejemplo, alcanzadas por medio de quemadores, lanzas, hornos.

35 En algunas realizaciones, el producto polimérico que se puede obtener por medio de la presente invención se puede utilizar ventajosamente como fuente de carbono, por ejemplo, para generar agentes reductores, tal como monóxido de carbono o gas de síntesis, en procesos para producir productos metálicos.

40 En algunas realizaciones, el producto polimérico que se puede obtener de acuerdo con la presente invención puede tener diferentes formas y/o dimensiones, de acuerdo con los requisitos; por ejemplo, el producto polimérico puede tener forma de esferas, pellets o gránulos de diámetro variable o también en forma cilíndrica, formas discoidales o alargadas, escamas, aglomerado, chips o estar en forma de polvo o incluso otras formas deseadas.

45 En algunas realizaciones, el producto polimérico que se puede obtener de acuerdo con la presente invención se puede obtener finamente molido, triturado o pulverizado, por ejemplo, para ser recogido y movido por flujos de aire y/o gas a alta presión o a alta velocidad.

50 En algunas realizaciones, el producto polimérico puede ser un producto polimérico plástico.

55 En algunas realizaciones, el producto polimérico puede incluir una fracción polimérica, que, por ejemplo, puede estar presente en un porcentaje superior al 50 %, preferentemente, superior al 65 %, más preferentemente, superior al 80 %, incluso más preferentemente superior al 90 %, más en particular, superior al 95 % en peso sobre la muestra seca, y una fracción no polimérica en porcentaje complementario.

60 En algunas realizaciones, el procedimiento descrito en este caso puede prevenir, antes de la plastificación, añadir a dicho material fragmentado una cantidad inferior al 50 %, preferentemente, inferior al 35 %, incluso más preferentemente inferior al 20 % en peso seco del material fragmentado, un producto que consiste principalmente en óxidos de hierro derivados del proceso de laminación de productos metálicos. Este producto es de un tamaño fino, que varía de 0 a 5 mm, y consiste preferentemente en al menos el 80 % en peso seco en óxidos de Fe, preferentemente en al menos el 85 % en peso seco, incluso más preferentemente en al menos el 90 % en peso seco. Esta adición tiene como objetivo hacer que el proceso, por ejemplo, un proceso de acero, sea eficiente.

65 En algunas realizaciones, la fracción polimérica puede comprender dos o más de los siguientes polímeros: polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), tereftalato de polietileno (PET).

En otras realizaciones adicionales, el producto polimérico puede comprender elastómeros, tales como, a modo de ejemplo, caucho natural (NR, del inglés natural rubber) o caucho de estireno-butadieno (SBR, del inglés styrene-butadiene rubber).

ES 3 012 125 T3

- 5 En posibles realizaciones, el producto polimérico obtenible de acuerdo con la presente invención puede comprender un contenido de cloro no superior al 3,5 %, preferentemente no superior al 2 %, más preferentemente no superior al 1 %, incluso más preferentemente no superior al 0,8 %, referido a la muestra seca después de 4 horas de secado a 105 °C, de conformidad con la norma UNI EN 15408.
- 10 En otras realizaciones adicionales, el producto polimérico de la presente invención puede tener un valor calorífico no inferior a 20 MJ/Kg, en particular, no inferior a 30 MJ/Kg, referido a la muestra seca después de 4 horas de secado a 105 °C, de conformidad con la norma UNI EN 15400.
- 15 En algunas realizaciones, el procedimiento de producción descrito en este documento prevé suministrar inicialmente una mezcla heterogénea primaria de materiales a trabajar, que comprende material polimérico.
- La mezcla heterogénea primaria puede ser heterogénea con respecto a las formas, composición, densidad, consistencia y origen de los materiales que la componen.
- 20 En algunas realizaciones, la mezcla heterogénea primaria puede comprender materiales plásticos, tanto residuos plásticos mixtos como plásticos mixtos recuperados, y también materiales vírgenes, es decir, no deshechos, reciclados o residuales.
- 25 En algunas realizaciones, los materiales plásticos pueden comprender residuos urbanos y/o especiales, de tipo heterogéneo y posiblemente con un alto contenido de plástico, por ejemplo, embalajes, objetos de plástico desechables, residuos plásticos en general.
- 30 En algunas realizaciones, los materiales plásticos pueden provenir de la selección de residuos, plantas de eliminación y/o reciclaje donde se han recogido previamente y sometido a una o más operaciones de recuperación.
- Por ejemplo, una separación típica que se produce en tales plantas separa ventajosamente polímeros reciclables, por ejemplo, porque se prestan a fundirse de nuevo y trabajarse para producir productos semiacabados y/o acabados, y polímeros plásticos que tradicionalmente no son reciclables, por ejemplo, porque no se pueden rastrear hasta una sola familia de polímeros.
- 35 La fracción de polímeros plásticos compuesta por varias familias de polímeros es preferentemente el material de partida tratado en la siguiente invención.
- La aplicabilidad del procedimiento de producción no está limitada por el hecho de que la mezcla heterogénea primaria comprende residuos de restos de plástico mezclados, ya que también se pueden trabajar materiales plásticos vírgenes y/u homogéneos.
- 40 Además, la aplicabilidad del procedimiento de la presente invención no está limitada por el hecho de que la mezcla heterogénea primaria comprende solo materiales plásticos, ya que también pueden estar presentes otros tipos de materiales.
- 45 En la mezcla heterogénea primaria, por lo tanto, es posible identificar una fracción plástica, que comprende esencialmente materiales plásticos y una fracción no plástica.
- La fracción plástica puede comprender polímeros, polímeros termoplásticos, polímeros termoendurecibles, elastómeros, poliolefinas o mezclas de estos u otros tipos de sus combinaciones.
- 50 La fracción plástica comprende dos o más de los siguientes polímeros: polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), tereftalato de polietileno (PET).
- La fracción plástica también puede comprender caucho de estireno butadieno (SBR), caucho natural (NR) o mezclas u otros tipos de combinaciones de estos.
- 55 La fracción no poliolefínica de la mezcla heterogénea primaria puede comprender sustancias adecuadas para proporcionar características adicionales al producto polimérico, de tal manera que mejore o amplíe su aplicabilidad de uso u optimice el propio proceso de producción.
- 60 De acuerdo con la presente invención, la mezcla heterogénea primaria se fragmenta, por ejemplo, tritura con una trituradora, con un molinillo o se muele o se usa otro dispositivo de fragmentación, obteniendo así un material fragmentado, del tamaño deseado, también llamado hoja por el experto en la materia.
- 65 Dicha operación de fragmentación se puede establecer de tal manera que suministre material fragmentado con el tamaño más homogéneo posible, para optimizar los trabajos posteriores, tal como, por ejemplo, extrusión.

De acuerdo con la presente invención, el material fragmentado se somete a una selección primaria mecánica como se ha descrito anteriormente. Tal selección primaria mecánica, llevada a cabo, por ejemplo, por medios de separación mecánica, es capaz de eliminar al menos parcialmente posibles componentes no deseados presentes en la mezcla polimérica.

5 En algunas realizaciones, la selección primaria puede llevarse a cabo por medio de un separador de cuerpos metálicos con corrientes inducidas o separador magnético.

10 En otras realizaciones, la selección primaria puede llevarse a cabo por medio de un decantador por gravedad que, de manera ventajosa, selecciona el flujo de plásticos en función de la densidad a la que se parametriza la máquina. A modo de ejemplo, el decantador por gravedad puede excluir del flujo de material todos aquellos cuerpos plásticos y no plásticos que tienen una densidad superior a la de las poliolefinas, permitiendo procesar solo los plásticos adecuados para el proceso, por ejemplo, un proceso de acero y, por ejemplo, excluyendo plásticos muy densos (PET, PVC), cuerpos no poliméricos (piedras, madera, papel, tela) y otras fracciones extrañas.

15 En otras realizaciones adicionales, la selección primaria también puede llevarse a cabo por medio de un lector óptico ubicado encima de una cinta transportadora que analiza el flujo de plásticos triturados durante la operación de movimiento. A modo de ejemplo, el escáner del lector óptico irradia los plásticos que pasan sobre la cinta transportadora, analiza la longitud de onda de las ondas reflejadas y, de acuerdo con una técnica conocida, identifica el tipo de polímero para cada uno de los fragmentos que se encuentran por debajo. Dependiendo del objetivo de selección del lector óptico, al final de la cinta transportadora se activa un chorro de aire comprimido en la boquilla en correspondencia con el paso del polímero objetivo identificado por el lector óptico, excluyéndolo del flujo de poliolefinas dirigidas a la estación de plastificación.

20 Las realizaciones de selección primaria descritas en el presente documento se usan ventajosamente para excluir, del flujo de material plástico fragmentado, materiales que comprometen el proceso de densificación y/o trituración aguas abajo y que no son adecuados para el proceso, por ejemplo, un proceso de acero, tal como cloruro de polivinilo (PVC), telas y papel. Dichos materiales excluidos del flujo de proceso son inadecuados o no muy adecuados para ser procesados, por ejemplo, mediante plastificación, porque tienen una temperatura de fusión más alta que la temperatura de trabajo del plastificante, tal como, por ejemplo, material metálico.

30 Además, tales componentes no deseados pueden comprender polímeros no poliolefínicos y/o termoendurecibles, que pueden descomponerse o carbonizarse a las temperaturas de trabajo del plastificante, haciendo que el procedimiento sea menos eficiente.

35 Dichos componentes no deseados también pueden comprender componentes no plásticos, que son incompatibles con el material plástico.

40 De acuerdo con la presente invención, la selección primaria se realiza mediante técnicas que no implican el uso de agua.

Esta característica permite mantener bajo el contenido de humedad o agua presente en el producto polimérico final.

45 De manera ventajosa, esto permite usar el producto polimérico final en aplicaciones para las que se requiere un contenido de agua controlado, tales como, por ejemplo, los de la industria del acero.

50 De manera ventajosa, estas operaciones de selección permiten, a partir de un flujo heterogéneo de plásticos que derivan, por ejemplo, de la recogida urbana de residuos domésticos, obtener un producto polimérico con características químicas constantes, tal como % de C, % de H obtenido mediante la norma UNI EN 15407:2011.

55 De manera ventajosa, estas operaciones de selección permiten, a partir de un flujo heterogéneo de plásticos que derivan, por ejemplo, de la recogida urbana de residuos domésticos, obtener un producto polimérico con un contenido de contaminantes (como Cl, S, Hg, Cd, Pb) que es extremadamente bajo y compatible con, por ejemplo, una aplicación de acero o para procesos de conversión térmica o catalítica.

60 La siguiente tabla 1 muestra los resultados del análisis de parámetros de compuestos contaminantes Cl, S, Hg, Cd, Pb en tres muestras (1, 2, 3) del producto polimérico obtenido, que tienen, a modo de ejemplo, un contenido de fracción polimérica superior a aproximadamente el 95 % en peso. La última columna muestra el tipo de prueba utilizada, cuando sea necesario. En el caso del contenido de fracción polimérica, cabe señalar que otras posibles metodologías de prueba son la norma ASTM E 1252, análisis de producto u otra metodología posiblemente adoptada de acuerdo con los requisitos.

ES 3 012 125 T3

Tabla 1				
Muestra	1	2	3	Metodología
Contenido de fracción polimérica (plásticos heterogéneos, % p/p)	95,2	97,1	98,4	UNI EN ISO11357 - 3
Cl (% ss)	0,36	0,21	0,11	UNI EN 15408:2011
S (% ss)	0,08	0,06	0,05	UNI EN 15408:2011
Pb (mg/kg)	10	4,5	2,5	UNI EN 15411:2011
Hg (mg/kg)	0,43	0,25	0,11	UNI EN 15411:2011
Cd (mg/kg)	2,5	0,9	0,5	UNI EN 15411:2011

5 De manera ventajosa, tales operaciones de selección permiten, a partir de un flujo heterogéneo de plásticos que derivan, por ejemplo, de la recogida urbana de residuos domésticos, eliminar las fracciones no poliméricas que de otro modo comprometerían propiedades tales como un poder calorífico inferior, densidad y capacidad de transporte neumática.

En algunas realizaciones, el material fragmentado, posiblemente privado de algunos componentes por las operaciones de separación primarias, puede almacenarse para su uso posterior.

10 El procedimiento de la presente invención también comprende una plastificación o densificación, operación en la que el material fragmentado se procesa para obtener un material densificado.

15 Con el término "plastificación" o sus derivados, tal como "plastificante" o "plastificado", nos referimos a un proceso a través del cual la fracción polimérica de la mezcla heterogénea primaria o incluso solo una parte de la misma se lleva al punto de fusión, para que se espese y se homogeneice, por ejemplo, debido al efecto de calentamiento térmico y debido al efecto de fricción causado por el roce. En este punto y en lo sucesivo en la descripción, el término "densificación" o sus derivados, tal como "densificador" o "densificado" o el término "aglomeración" o sus derivados, tal como "aglomerado" y "aglomerador", también se puede usar de manera equivalente como sustituto de "plastificación" o sus derivados, tal como "plastificante" o "plastificado".

20 En algunas realizaciones, dicha operación de plastificación se puede realizar usando una extrusora, posiblemente una extrusora de doble tornillo.

25 En algunas realizaciones, dicha operación se puede realizar, por ejemplo, alimentando el material fragmentado por medio de una tolva al plastificador, por ejemplo, a la extrusora, que puede funcionar en un intervalo de temperatura variable, adecuado para fundir los materiales que componen el material fragmentado.

30 En algunas realizaciones, la solicitante ha determinado que la temperatura de plastificación o densificación para obtener un producto con características físicas óptimas está entre 200 °C y 300 °C, preferentemente entre 220 °C y 280 °C. La densificación, llevada a cabo aguas abajo de la selección mencionada anteriormente, permite obtener un producto homogéneo con excelentes propiedades de capacidad de transporte neumática, alta dureza y resistencia a la tracción, alta cohesión interna entre los diversos tipos de poliolefinas.

35 En otras realizaciones posibles, el producto polimérico de la presente invención puede tener una densidad que, expresado como densidad aparente, gracias a la densificación puede ser superior a 200 kg/m³, en particular superior a 250 kg/m³, en particular superior a 300 kg/m³, incluso más particularmente superior a 350 kg/m³, medido de acuerdo con la norma UNI EN ISO 61. El material densificado se puede cortar o seccionar directamente para medir a la salida del plastificante, por ejemplo, por medio de cizallas, para obtener material densificado de formas y dimensiones variables, en función de una sección de salida del plastificante y de la frecuencia de corte. De acuerdo con la invención, 40 el procedimiento de la presente invención pone a disposición, como se ha mencionado, una etapa de enfriamiento mediante enfriamiento rápido del material densificado, en las formas y dimensiones disponibles aguas abajo del plastificante, por ejemplo, en forma de lingotes u otras formas adecuadas. El enfriamiento rápido se lleva a cabo al menos mediante enfriamiento por aire realizado con transporte neumático.

45 En una realización, el enfriamiento rápido prevé que el material densificado en caliente se someta a un proceso de granulación capaz de maximizar el intercambio de calor y enfriar con aire el producto polimérico, mientras se transporta neumáticamente. El granulador o triturador en cuestión debe concebirse para que consista en una sección de alimentación, una carcasa que contiene un rotor de palas, una sección de evacuación y la tubería para evacuar el material. De manera ventajosa, el enfriamiento del material se maximiza a través del caudal de aire extraído de la zona 50 de evacuación del material por parte del rotor del granulador. El flujo de aire tomado del punto de evacuación del material permite poner la trituradora al vacío, para garantizar la máxima circulación de aire entre el rotor y el material durante la reducción volumétrica y para garantizar un alto intercambio de calor en la tubería para evacuar el flujo de material polimérico movido por aire. El granulador está aislado herméticamente en su conjunto. Con estas condiciones de funcionamiento, el material se alimenta al molino a una temperatura superior a 170 °C, preferentemente superior a 180 °C, y se extrae a una temperatura inferior a 60 °C, preferentemente inferior a 50 °C. Además, el intercambio de 55 calor para fines de enfriamiento también puede hacerse posible ventajosamente a través del circuito de enfriamiento por agua del rotor de palas que tritura el material polimérico densificado.

En otra realización, el enfriamiento rápido se lleva a cabo por medio del proceso de granulación como se ha indicado anteriormente, mezclando el material densificado en caliente con un aditivo plástico auxiliar, que tiene un contenido de humedad capaz de acelerar el enfriamiento del producto polimérico sin comprometer sus propiedades.

5 En algunas realizaciones, el procedimiento de la presente invención puede prever, al mismo tiempo o después del enfriamiento, fragmentar el producto polimérico en un dispositivo de fragmentación adecuado. Por ejemplo, la fragmentación puede ser una molienda, que normalmente se puede llevar a cabo por medio de un molino. De manera favorable, si la fragmentación se lleva a cabo al mismo tiempo que, y con el fin de, enfriamiento rápido, tal fragmentación puede llevarse a cabo por medio del proceso de granulación como se ha indicado anteriormente.

Por lo tanto, el producto polimérico se puede fragmentar al tamaño deseado, para obtener un producto polimérico en la forma fragmentada deseada, por ejemplo, en forma de gránulos, granos, partículas o formas fragmentadas similares, en lo sucesivo denominados a modo de ejemplo gránulos.

15 En algunas realizaciones, los gránulos de producto polimérico pueden tener un tamaño comprendido entre 0,01 mm y 300 mm.

20 En posibles implementaciones, los gránulos de producto polimérico pueden tener un tamaño comprendido entre 0,01 mm y 3 mm. Por ejemplo, los gránulos con este tamaño pueden usarse para insuflación.

En otras posibles implementaciones, los gránulos de producto polimérico pueden tener un tamaño comprendido entre 3 mm y 10 mm. Por ejemplo, los gránulos con este tamaño también se pueden usar para la insuflación.

25 En otras también posibles implementaciones, los gránulos de producto polimérico pueden tener un tamaño comprendido entre 10 mm y 300 mm. Por ejemplo, los gránulos con este otro tamaño pueden usarse para cargar, por ejemplo, en una cesta o tolva.

30 En algunas realizaciones, el procedimiento de la presente invención prevé cribado del producto polimérico fragmentado, por ejemplo, en gránulos, para obtener un producto polimérico de tamaño uniforme.

En algunas realizaciones, el producto polimérico se puede almacenar en una cámara de almacenamiento o en un foso, en el que se mantiene en contacto con el aire circundante.

35 El almacenamiento en foso es ventajoso, por ejemplo, en comparación con el almacenamiento en silos, ya que promueve aún más el intercambio de calor y el enfriamiento del producto polimérico en contacto con el aire.

40 En algunas realizaciones, el procedimiento de la presente invención puede prever mezclar el material fragmentado, la llamada hoja, con un material corpuscular polimérico, antes de realizar la plastificación.

Esta mezcla puede ocurrir después de la fragmentación inicial, después de la selección primaria o al mismo tiempo que la etapa de almacenamiento del material fragmentado.

45 En algunas realizaciones, el material corpuscular polimérico puede tener dimensiones y tamaños finos o, en cualquier caso, más pequeños que los del material fragmentado.

50 De manera ventajosa, esta característica permite mejorar la eficiencia del proceso de plastificación, ya que se reducen los volúmenes vacíos del material fragmentado. Por ejemplo, si se usa una extrusora de doble tornillo para la plastificación, los volúmenes vacíos comprendidos entre un extremo de cabeza y el otro de los tornillos de la extrusora se reducen ventajosamente.

55 De manera ventajosa, el relleno de los espacios huecos entre las hojas trituradas de poliolefina heterogénea y los extremos de cabeza de los tornillos de la extrusora con el material corpuscular polimérico permite optimizar considerablemente el proceso, eliminando las inclusiones gaseosas, homogeneizando el flujo de material procesado, maximizando la densidad del producto polimérico obtenido y aumentando la productividad.

En algunas realizaciones, el material corpuscular polimérico puede comprender gránulos desechados de producto polimérico, por ejemplo, aguas abajo de las operaciones de separación del agua de proceso.

60 En particular, el material corpuscular polimérico puede comprender una parte de material con dimensiones nominales inferiores a 20 mm y otra parte de material con dimensiones nominales inferiores a 3 mm.

65 En algunas realizaciones, dicho material corpuscular polimérico puede provenir de otros procesos de tratamiento de residuos o de restos de material plástico que se derivan de otros ciclos de producción.

En algunas realizaciones, el material corpuscular polimérico puede comprender restos procedentes de ciclos de

producción de tratamiento plástico.

En otras realizaciones, el material corpuscular polimérico puede provenir de operaciones de tratamiento de agua.

- 5 En tales operaciones, típicamente, el agua que contiene material plástico se filtra para eliminar el material corpuscular polimérico en función de las dimensiones, tamaño, peso, densidad.

10 Por ejemplo, tales operaciones pueden realizarse haciendo pasar un flujo de agua a través de un filtro que comprende dos membranas discoidales ubicadas con rotación complementaria recíproca. El agua canalizada entre las dos membranas fluye hacia el exterior del filtro, dejando en su interior un material corpuscular polimérico con un diámetro mayor que las dimensiones de las mallas del filtro.

También son posibles muchas otras formas de obtener el material corpuscular polimérico.

- 15 Basándose en el tipo de componentes comprendidos en el agua a purificar o en el material de desecho a cribar, el material corpuscular polimérico puede comprender fragmentos triturados de poliolefinas u otros polímeros.

20 El material corpuscular polimérico puede consistir en la fracción fina del propio producto polimérico, obtenido de la operación de cribado aguas abajo de la trituración. A modo de ejemplo, el material corpuscular polimérico puede consistir en la fracción menor de 2 mm eliminada durante el proceso de cribado aguas abajo de la trituración.

De manera ventajosa, la presencia de fragmentos triturados de poliolefinas u otros polímeros contribuye a aumentar el poder calorífico del producto polimérico final, mejorando su eficiencia para posibles usos como combustible.

- 25 De manera ventajosa, la densidad y la compacidad del producto polimérico final pueden regularse por la cantidad de posibles fragmentos triturados de otros materiales presentes en el material corpuscular polimérico.

30 Por lo tanto, estas y otras características permiten que el procedimiento de la presente invención sea flexible y que se use también de manera integrada con respecto a otros procedimientos o ciclos para producir materiales plásticos.

Además, tales características permiten hacer que el procedimiento de la presente invención sea más eficiente para los fines de eliminación, reciclaje y reutilización de materiales de desecho, ya que se pueden tratar materiales de diferentes tipos y orígenes.

- 35 También es posible, antes de la etapa de plastificación, añadir uno o más aditivos al material fragmentado, por ejemplo, materiales adecuados para conferir densidad, composición, propiedades mecánicas y/o funciones específicas al producto polimérico final.

40 Por ejemplo, es posible añadir un compuesto de matriz ferrosa, que puede consistir principalmente en óxidos de hierro, que puede adaptarse, por ejemplo, a aplicaciones de la industria del acero.

45 En posibles implementaciones, se puede prever la adición al material fragmentado, antes de la etapa de plastificación, de una cantidad inferior al 50 %, preferentemente, inferior al 35 %, incluso más preferentemente inferior al 20 % en peso seco del material fragmentado sometido a la selección primaria, de un producto que consiste principalmente en óxidos de hierro derivados del proceso de laminado de productos metálicos, que consiste preferentemente en al menos un 80 % en peso seco en óxidos de Fe, preferentemente en al menos el 85 % en peso seco, incluso más preferentemente en al menos el 90 % en peso seco. Por ejemplo, dicho compuesto de matriz ferrosa puede tener un tamaño fino que varía de 0 a 5 mm.

- 50 Otro ejemplo de posibles aditivos añadidos antes de la plastificación son aditivos que contienen desecantes o, en general, agentes para controlar o reducir la humedad.

55 Dichos aditivos, por ejemplo, con una matriz ferrosa y/o que contenga desecantes o agentes para controlar o reducir la humedad, también se pueden añadir en combinación entre sí en las realizaciones descritas en el presente documento.

60 En las realizaciones de la presente invención que prevén enfriamiento rápido para llevar a cabo el enfriamiento, el material densificado se puede mezclar con un aditivo plástico auxiliar, que tiene una temperatura más baja, para enfriarlo rápidamente, estabilizando su estructura química.

En algunas realizaciones, el aditivo plástico auxiliar puede tener características de composición y densidad similares a las del material densificado, pero una temperatura más baja.

- 65 En algunas realizaciones, el aditivo plástico auxiliar puede comprender un producto final frío previamente obtenido por medio de realizaciones del procedimiento descrito en el presente documento.

En realizaciones alternativas, el aditivo plástico auxiliar puede provenir de otras operaciones asociadas con el tratamiento de materiales de procesos de producción que no son completamente diferentes.

5 Por ejemplo, el aditivo plástico auxiliar puede provenir de procesos que permiten seleccionar materiales plásticos mediante operaciones de flotación en agua, considerado a temperatura y presión ambiente.

10 En tales operaciones, típicamente, diversos componentes de una suspensión que comprende materiales plásticos se separan en función de sus características físicas, como el peso, densidad, porosidad, higroscopicidad y/o absorción de agua y/o gas en general.

Tales operaciones se realizan típicamente por medio de tanques de flotación o celdas de flotación.

15 En algunas variantes posibles, estas operaciones también pueden comprender la insuflación de gas en el líquido, de modo que los componentes sólidos que tienen mayor afinidad con el gas se lleven a la superficie (material flotante), mientras que los componentes más pesados o aquellos que tienen mayor afinidad con el líquido, precipitan hacia el fondo del tanque (material de hundimiento).

20 Cuando estas operaciones se llevan a cabo al mismo tiempo que los procesos de producción, reciclado o separación de materiales plásticos, el material de hundimiento puede comprender materiales plásticos compatibles y análogos con el producto polimérico de la presente invención.

En algunas realizaciones, los materiales de hundimiento se pueden usar como un aditivo plástico auxiliar en las operaciones de enfriamiento rápido del material densificado.

25 En algunas realizaciones, el aditivo plástico auxiliar puede tener un contenido de humedad controlado, capaz de acelerar el enfriamiento del producto polimérico sin comprometer sus propiedades. Durante la granulación, el producto polimérico granulado liberará una cantidad de calor al menos igual al calor latente necesario para reducir el contenido de humedad del aditivo plástico auxiliar, llevándolo a un contenido inferior al 1 %, preferentemente inferior al 0,5 %. La transferencia de calor del producto polimérico implica una disminución de la temperatura de equilibrio del flujo de aditivo plástico y del producto polimérico en un tiempo muy corto.

Posiblemente, el contenido de agua puede regularse mediante operaciones de secado para no exceder los posibles límites y regulaciones previstos en los procedimientos en los que se usa el producto polimérico final.

35 En algunas realizaciones, el aditivo plástico auxiliar se presenta como un material plástico de alta densidad, que comprende, por ejemplo, una fracción de estireno y/o tereftalato de polietileno (PET) y/o polietileno de alta densidad (HDPE) o mezclas de estos, u otros tipos de combinaciones de estos.

40 En algunas realizaciones, el aditivo plástico auxiliar tiene una densidad más alta que la densidad del agua a temperatura y presión ambiente.

De manera ventajosa, el aditivo plástico auxiliar obtenido de este modo, cuando se mezcla con el material densificado, evita su conglomeración, limitando o bloqueando completamente las posibles reacciones de fusión que pueden ocurrir en las superficies calientes.

45 Esta característica permite limitar, o evitar completamente, la conglomeración del material densificado.

50 De manera ventajosa, el contenido de humedad controlado contribuye a reducir la temperatura del material densificado, favoreciendo el intercambio de calor también gracias a posibles procesos de evaporación.

Además de ello, cuando la humedad presente en el aditivo plástico auxiliar entra en contacto con el material densificado en caliente, puede promover la cristalización de la superficie aumentando su capacidad de transporte neumática y la eficiencia de uso.

55 Esta característica es ventajosa en los casos en los que el producto polimérico debe introducirse por medio de quemadores o lanzas en aparatos para producir productos metálicos, tales como, por ejemplo, hornos de arco eléctrico.

60 Está claro que, aunque la presente invención se ha descrito con referencia a algunos ejemplos específicos, un experto en la materia sin duda podrá lograr muchas otras formas equivalentes de procedimiento, que tendrán las características que se exponen en las reivindicaciones y, por tanto, entrarán todas dentro del campo de protección definido por las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir un producto polimérico, comprendiendo dicho procedimiento:
- 5 - fragmentación al tamaño deseado de una mezcla heterogénea primaria que comprende material polimérico, obteniendo un material fragmentado del tamaño deseado, comprendiendo dicha mezcla heterogénea primaria dos o más seleccionados de los siguientes polímeros: polietileno (PE), polipropileno (PP), polietileno de densidad alta (HDPE, del inglés high-density polyethylene), polietileno de densidad baja (LDPE, del inglés low-density polyethylene), tereftalato de polietileno (PET);
- 10 - selección primaria mecánica, sin agua, de dicho material fragmentado para eliminar material metálico, polímeros no poliolefínicos y fracción extraña no polimérica;
- someter dicho material fragmentado a plastificación, obteniendo un material densificado;
- 15 - someter dicho material densificado a enfriamiento rápido al menos por medio de enfriamiento por aire realizado con transporte neumático, obteniendo así un material densificado y enfriado que constituye dicho producto polimérico.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la temperatura de plastificación está entre 200 °C y 300 °C, en particular, entre 220 °C y 280 °C.
- 20 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el producto polimérico densificado y enfriado tiene una densidad aparente superior a 200 kg/m³, en particular superior a 250 kg/m³, en particular superior a 300 kg/m³, incluso más particularmente superior a 350 kg/m³, medido de acuerdo con la norma UNI EN ISO 61.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones de 1 a 3, **caracterizado por que** dicha mezcla heterogénea primaria comprende materiales vírgenes y/o de desecho y/o residuos plásticos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones de 1 a 4, **caracterizado por que** antes de la plastificación se prevé una mezcla de dicho material fragmentado con un material corpuscular polimérico, con dimensiones y tamaño más pequeños que los de dicho material fragmentado.
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** dicho material corpuscular polimérico comprende fragmentos triturados de poliolefinas u otros polímeros.
- 35 7. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** el producto polimérico obtenido tiene un poder calorífico no inferior a 20 MJ/Kg, en particular, no inferior a 30 MJ/Kg, referido a la muestra seca después de 4 horas de secado a 105 °C, de conformidad con la norma UNI EN 15400.
- 40 8. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** el producto polimérico obtenido comprende un contenido de cloro no superior al 3,5 %, en particular al 0,8 % en peso sobre la muestra seca de producto polimérico después de 4 horas de secado a 105 °C, de conformidad con la norma UNI EN 15408.
- 45 9. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** dicho producto polimérico obtenido comprende una fracción polimérica superior al 50 %, preferentemente, superior al 65 %, más preferentemente, superior al 80 %, incluso más preferentemente superior al 90 % en peso sobre la muestra seca de producto polimérico y una fracción no polimérica en porcentaje complementario.
- 50 10. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que**, antes de la plastificación, prevé añadir a dicho material fragmentado una cantidad inferior al 50 %, preferentemente, inferior al 35 %, incluso más preferentemente, inferior al 20 %, en peso seco del material fragmentado sometido a dicha selección primaria, de un producto que consiste principalmente en óxidos de hierro derivados del proceso de laminado de productos metálicos, en particular, que consiste preferentemente en al menos un 80 % en peso seco en óxidos de Fe, preferentemente en al menos el 85 % en peso seco, incluso más preferentemente en al menos el 90 % en peso seco.