

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 179**

51 Int. Cl.:

B29B 17/00	(2006.01)	B29C 47/82	(2006.01)
B29C 47/34	(2006.01)	B29K 105/26	(2006.01)
B29C 47/86	(2006.01)	C08J 9/00	(2006.01)
B29C 47/88	(2006.01)	B29K 101/12	(2006.01)
B29C 47/90	(2006.01)	B29C 47/60	(2006.01)
B29C 47/92	(2006.01)		
B29K 105/00	(2006.01)		
B29C 31/06	(2006.01)		
B29C 47/00	(2006.01)		
B29C 47/06	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2014** **E 14166067 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017** **EP 2937199**

54 Título: **Sistema y método para la fabricación de un producto de plástico a partir de residuos de plástico mixtos reciclados**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.12.2017

73 Titular/es:
ROLAN INVESTMENT OÜ (100.0%)
Narva mnt 5 PK 800
10117 Tallinn, EE

72 Inventor/es:
VALDMAA, ANDRUS;
KÄSNAR, AIVO y
SAAREVÄLI, AARNE

74 Agente/Representante:
ARIAS SANZ, Juan

ES 2 646 179 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

Sistema y método para la fabricación de un producto de plástico a partir de residuos de plástico mixtos reciclados

5 Campo de la invención

La presente solución pertenece al campo de la recuperación de residuos de plástico, más concretamente al campo del reciclado de residuos de plástico mixtos sin clasificar, no identificados y sucios y a la producción de productos de material reciclado acabados.

10

Antecedentes de la invención

Los envases de plástico (por ejemplo, bolsas de plástico, envases de plástico de jamón, queso, yogur, otros alimentos y productos de consumo y utensilios de plástico) y otros residuos de plástico (cajas de botellas, muebles de jardín, cubos, trineos de plástico, parachoques de coches, bidones de gasolina, tuberías, carretes, carcasas de ordenadores, carcasas de televisiones, piezas de plástico de los refrigeradores, etc.) son el tipo de residuos más problemático y de crecimiento más rápido. De acuerdo con soluciones comunes, este tipo de residuos es principalmente depositado en el vertedero, quemado o utilizado como relleno. Estas soluciones contaminan el medio ambiente, son caras y desechan materiales que podrían ser utilizados como materia prima para nuevos productos.

20

Aparte de eso, todo el mundo conoce las soluciones de reciclado de residuos de plástico donde los residuos se clasifican primero, luego se limpian y los plásticos del mismo tipo se reciclan en una masa uniforme, gránulos o nuevos productos. El proceso de reciclado está basado en el tipo, lo que significa que, por ejemplo, los residuos de LDPE (envases y bolsas de plástico), HDPE (bolsas de plástico y productos de plástico de paredes gruesas) o PET (botellas de plástico de bebidas) se lavan, se trituran, se secan y se granulan. La industria del plástico puede utilizar gránulos de plástico hechos de un polímero como materia prima para fabricar nuevos productos. Como la clasificación de los residuos de plástico por tipo es muy costosa y lleva mucho tiempo, los residuos de plástico mixtos que no son fáciles de clasificar no suelen reciclarse; se incineran o se depositan en vertederos.

25

No hay una solución adecuada para reciclar polímeros de diferentes tipos. Comparado con otros materiales, tales como vidrio o metales, los polímeros plásticos necesitan ser procesados más tiempo para ser reciclados. El mayor problema es que los polímeros de diferentes tipos no se mezclan porque su peso molecular difiere y tienen cadenas poliméricas largas. El calentamiento de los polímeros no es suficiente para descomponer sus moléculas. Por lo tanto, para ser reciclados, los polímeros deben ser idénticos para lograr una mezcla eficaz. Si se funden diferentes tipos de plástico juntos, no se mezclan, como el aceite y el agua, sino que forman capas.

35

Tales problemas impiden que la industria del plástico utilice residuos de plástico mixtos sin clasificar y la clasificación de residuos domésticos y de otro tipo por tipos es muy costosa y casi imposible. La industria del plástico estándar que pone cientos de millones de toneladas de productos de plástico en el mercado está preparada para usar gránulos de plástico "vírgenes" o de un solo tipo primario (LDPE, HDPE, PS, PP, PET, AB, materiales compuestos, PP/PE, PS/PC) HIPS, EPS, PA, POM, PC, etc.), y sus soluciones tecnológicas de producción no son capaces de manejar residuos de plástico mixtos o sucios.

40

La mezcla y fusión de diferentes tipos de plástico da como resultado una masa muy inestable que es difícil de manejar en un proceso de fabricación de plásticos común con el fin de lograr un proceso y un producto estables. Para mezclar diferentes tipos de residuos de plástico en el reprocesamiento, se añaden otros materiales a la mezcla.

45

Existen soluciones no del estado de la técnica para fabricar diferentes productos a partir de residuos de plástico mixtos reciclados. Tales soluciones requieren que se añadan otros materiales, elementos químicos o gránulos de plástico puros, identificables y limpios (polímeros virgen) a la mezcla de plástico reciclado para asegurar una mejor unión de la mezcla. Los materiales utilizados como cargas o aditivos son, por ejemplo, metal, madera, aceite, talco, cenizas volantes, potasa, harina de madera o pulpa de madera. Por ejemplo, se utiliza una mezcla de madera y polímero para fabricar perfiles de WPC, utilizando el método de extrusión. La debilidad de estos productos es que los aditivos los hacen menos resistentes a la intemperie, y son difíciles de clavar, moler o procesar de cualquier otra manera.

50

55

Existen diversas soluciones del estado de la técnica para el reciclaje de residuos de plástico mixtos en materia prima para diversos productos: por ejemplo, procesamiento y compactación de residuos de plástico por aglomeración, procesamiento por extrusión o utilización de la tecnología de moldeo por inyección. El proceso de extrusión utiliza tanto extrusoras de un tornillo como extrusoras de tornillo múltiple (extrusoras de doble tornillo, triple tornillo o más).

60

Un proceso de extrusión de polímeros común maneja materia prima polimérica que se identifica exactamente y tiene las características muy claras de un cierto tipo de polímeros. Dichas soluciones no permiten un reciclado rápido y de bajo coste de residuos de plástico mixtos, ya que los residuos deben clasificarse, limpiarse y secarse de antemano, y los diferentes tipos de residuos de plástico deben procesarse por separado.

65

La fabricación de productos a partir de materia prima que ha sido reciclada a partir de residuos de plástico mixtos, utilizando una extrusora de un tornillo, se describe por ejemplo en las solicitudes de patente US20050051646A1 (Collex Pty. Ltd.), 10.03.2005 y US20020125600A1 (David Horne), de 12/09/2002, que describen el reciclado de residuos de plástico mixtos para producir productos, tales como postes de viñedos, postes de ostras, soportes de tuberías, listones, bandejas de aspersión, tapas de alcantarilla, traviesas de ferrocarril, por moldeo. El inconveniente de dicha solución es que no pueden fabricarse productos finales de residuos de plástico utilizando un proceso continuo, y en su lugar los moldes deben ser unidos a la extrusora. Esto hace que la producción consuma mucho tiempo, sea compleja y costosa.

Por ejemplo, el documento US5413745A1 describe un método y un aparato para producir continuamente briquetas alargadas a partir de una mezcla de material compresible y comprimido que contiene una mezcla de material de relleno (tal como fibras de madera, astillas de madera, fibras textiles y otro material de fibra) y material plástico, utilizando una máquina para la fabricación de briquetas y conectando a esta máquina una matriz de pared móvil de modo que el movimiento de las paredes está adaptado para permitir un haz extruido. Se describe que la proporción de material plástico utilizado debe ser menor que el 50 %, pero preferiblemente aproximadamente el 10 %. Una proporción normal se situará entre el 20 y el 50 %, digamos alrededor del 40 %. Un material plástico tal como polietileno puede estar presente en una proporción del 25-40 % cuando el material de relleno utilizado es papel.

Por ejemplo, el documento US5213021A1 describe un sistema y el proceso para fabricar productos de madera sintética combinando material de desecho de madera, tales como residuos de fibra de cedro y materiales de desecho de plástico para reducir los residuos de madera. Los materiales de partida de madera y plástico se identifican, descontaminan, dimensionan y secan, se mezclan y luego se convierten en productos de materiales de construcción.

El documento WO2012174106A2 se considera la técnica anterior más próxima a la presente invención y describe un sistema de extrusora de doble tornillo y un método para fabricar materiales compuestos de madera y plástico extruidos que incluyen una cápsula que tiene un elastómero (es decir, caucho) y/o un plastómero (tal como los materiales que combinan propiedades de tipo caucho o elastómeros y plásticos). El material compuesto extruido incluye un núcleo que tiene un polímero base y un material de carga.

Breve descripción de la invención

El objetivo de la presente invención es proponer una solución que no tenga ninguna de las deficiencias antes mencionadas para fabricar productos finales de manera fácil, rápida y a bajo coste a partir de residuos de plástico mixtos sin clasificar, no identificados y sucios que se han reciclado. El objetivo de la invención se consigue mediante el sistema de acuerdo con la reivindicación 1 y el método de acuerdo con la reivindicación 8, donde los residuos de plástico sin clasificar, no identificados y sucios de peso volumétrico variable (por ejemplo, polipropileno, polietileno HD, polietileno LD, poliestireno, ABS, PET y otros residuos de plástico no identificados que contienen plásticos de diferente color) se reciclan en una mezcla de materiales que se utiliza para producir productos finales en un proceso de extrusión continua.

De acuerdo con la presente solución para producir productos a partir de materia prima que ha sido reciclada a partir de residuos de plástico mixtos, se utiliza un proceso de extrusión continua estable para manipular diversas mezclas poliméricas (incluyendo materiales poliméricos recuperados no identificados), cumpliendo los productos finales con los requisitos estipulados para ellos .

En el proceso de extrusión continua, la mezcla resultante del reciclado de residuos de plástico mixtos se convierte en productos de plástico; por ejemplo, tableros de perfil que se utilizan para la fabricación de estructuras portuarias, sistemas de terraza, sistemas de barrera de ruido, sistemas de jardín, muebles y materiales de acabado para edificios.

La ventaja de la presente solución, en comparación con otras soluciones conocidas, es que para contrarrestar los nuevos productos de plástico puestos en el mercado, los residuos de plástico se reciclan sin necesidad de clasificar los diferentes tipos de polímeros. Los productos finales fabricados a partir de la mezcla de materias primas que son el resultado del reciclaje de residuos de plástico mixtos no identificados son resistentes a la intemperie, no necesitan mantenimiento y son totalmente reciclables después de décadas de uso, proporcionando así un nuevo ciclo de uso sin fin a los residuos de plástico. Los perfiles producidos usando el método de extrusión continua de acuerdo con la presente invención pueden ser ampliamente utilizados; los grupos de productos certificados se pueden producir a partir de estos (por ejemplo, barreras de ruido, sistemas de terraza y otros sistemas de construcción); el proceso ahorra árboles, ya que este material es más resistente a la intemperie y es una alternativa a la madera que no necesita mantenimiento; el proceso también contribuye a la protección de la naturaleza mediante la recuperación de residuos de plástico. Los productos fabricados usando el presente método pueden ser molidos, serrados, clavados y procesados de otro modo.

La solución de acuerdo con la presente invención comprende la separación de metales y metales no ferrosos, producción de una mezcla de residuos de plástico mixtos de alto y bajo peso volumétrico que se ha reciclado

previamente, adición de aditivos, mezclado, espumado por extrusión continua, enfriamiento de dos fases con un sistema de matrices especiales y refrigeración por agua, un proceso de pultrusión controlada y corte de perfiles.

5 Los plásticos de bajo peso volumétrico (0,1-0,15 (hasta 0,4) t/m³) son principalmente, por ejemplo, envases de plástico muy utilizados procedentes de hogares, como bolsas de plástico y envases para jamón, queso, yogur, otros alimentos y productos de consumo. Estos envases son el tipo de residuo de plástico más problemático y en constante crecimiento y que actualmente solo se depositan en vertedero o se incineran. Estadísticamente, este grupo de plásticos de bajo peso volumétrico incluye en promedio: PE (50-60 % del volumen), PP (20-30 % del volumen), PS (5-10 % del volumen) y otros plásticos no identificados (por ej., PA, PET, POM, PC, plásticos compuestos; 1-10 % del volumen).

15 Los plásticos de alto peso volumétrico (> 0,4 t/m³) son residuos de plástico domésticos o industriales que deben ser troceados, por ejemplo, cajas de botellas, muebles de jardín, cubos, trineos de plástico, parachoques de coches, latas de gasolina, tuberías, carretes, carcasas de ordenador, carcasas de TV y piezas de plástico de los frigoríficos. Estadísticamente, este grupo incluye, por ejemplo: PS, PP, PE (LDPE y HDPE), HIPS, ABS, PC, PS/PP (compuestos), PP/HD (compuestos), MIX Plast (plásticos de tipo no identificado).

20 De acuerdo con la solución de la presente invención, los productos de plástico están hechos de, por ejemplo, los siguientes residuos de plástico mixtos no identificados, sucios, sin clasificar y previamente triturados y/o aglomerados o compactados de otro modo de vertederos, lugares que compran plásticos, etc.:

1. poli(tereftalato de etileno) o PET - por ejemplo, botellas de bebidas carbonatadas y botellas de aceite de cocina; botellas de agua, kétchup y aderezo; y envases impermeables;
- 25 2. polietileno de alta densidad o HDPE - por ejemplo, botellas de bebidas no carbonatadas, botellas de aceite de cocina y de zumo; productos químicos domésticos; tapones de botella; y bolsas de plástico;
3. poli(cloruro de vinilo) o PVC - por ejemplo, bandejas para alimentos y botellas de productos químicos domésticos;
4. polietileno de baja densidad o LDPE - por ejemplo, película de envasado, bolsas de plástico, bolsas de basura y botellas blandas;
5. polipropileno o PP - por ejemplo tarrinas de margarina, película de envasado y tapones de botellas;
- 30 6. poliestireno o PS - por ejemplo, envases de comida rápida, frascos para medicamentos y cubiertas protectoras;
7. otros plásticos - por ejemplo, envases multicapa y multiplástico, artículos hechos de plástico especial, productos de PE (bolsas de basura y cubos de plástico).

35 Además, por ejemplo, los hogares tienen muchos otros artículos de plástico que no son de envasado y que no se recogen como parte de un sistema de recolección bien establecido; estos son juguetes, vellón, tuberías de drenaje y alcantarillado, carcasas de electrodomésticos, utensilios y material de aislamiento térmico. El sector de la construcción y plásticos especiales se está desarrollando rápidamente y estos también su denominación; por ejemplo, EPS significa poliestireno expandido (plástico espumado duro) que se utiliza para el aislamiento térmico, cascos, suministros médicos y equipo eléctrico; ABS, acrilonitrilo butadieno estireno que se utiliza para la fabricación

40 de carcasas de teléfonos móviles y piezas de automóviles; PA, poliamida (nylon); PUR (también PU), poliuretano; EPUR, poliuretano expandido que se utiliza para fabricar colchones, asientos de coche y almohadas; PTFE, politetrafluoroetileno; PMMA, polimetilmetacrilato y PC, policarbonato. El envasado de bebidas se hace a menudo de materiales compuestos que son una mezcla de cartón, polietileno (15-20 %) y aluminio (5 %).

45 Para estabilizar el proceso de producción, se monitorizan y controlan las curvas de temperatura y presiones causadas por la extrusión en matrices de producto. El tornillo de la extrusora asegura la mezcla controlada y el comportamiento de la materia prima en las fases de alimentación, compresión y dosificación. El paso y la profundidad de la rosca están diseñados para procesar la materia prima para esta invención con el fin de conseguir un proceso de extrusión estable. La superficie del tornillo resiste la mayor abrasividad de la materia prima.

50 Al contrario de lo que sucede con las soluciones conocidas, las matrices de calibración se dividen en varias partes. Esto garantiza un proceso de extrusión estable que puede ser controlado y dirigido.

55 Para que el proceso de producción sea estable, la parte final 29.3 del cabezal de extrusión, el dado 30 unido a ella y la extensión del cabezal de extrusión o la primera fase de enfriamiento 31 se construyen como un único módulo.

60 Los problemas asociados con la mezcla de diferentes tipos de polímeros incluyen diferentes velocidades de flujo en fusión y comportamiento diferente en el proceso de extrusión, moldeo y enfriamiento. La mezcla es un proceso físico-químico que se ve afectado tanto por las interacciones macromoleculares como por los factores de la mezcla mecánica de la masa polimérica. Se sabe que dos sustancias similares se disuelven en/mezclan entre sí. Si la polaridad de los polímeros difiere en cierta medida, su mezcla depende de la diferencia de su polaridad. Dependiendo de la relación, la capacidad de mezclar puede ser reducida, pero conservan su capacidad de emulsionar. Así, la composición, receta o relación de los polímeros es lo que es importante. Por ejemplo, es bien sabido que el agua y el aceite mineral o la grasa no se mezclan; sin embargo, también se conocen emulsiones y cremas en las que el aceite y las grasas se mezclan con agua. Por lo tanto, el proceso de mezclado de polímeros es también hasta cierto punto coloidal-químico. El resultado se consigue cuando las sustancias se mezclan a una

intensidad óptima. Con la receta y el método de mezcla en la extrusora y con el control de la temperatura de acuerdo con la presente invención, el material polimérico bruto se mezcla en una proporción específica y se fija cuando el plástico se enfría.

5 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se explica más precisamente con referencias a las figuras añadidas, donde

- 10 La Figura 1 es un diagrama de bloques del método para producir productos acabados a partir de una mezcla de materiales reciclados de residuos de plástico mixtos, de acuerdo con la presente invención;
 La Figura 2 es un diagrama del sistema para producir productos acabados a partir de una mezcla de materiales reciclados de residuos de plástico mixtos, de acuerdo con la presente invención;
 La Figura 3 es un diagrama de un sistema alternativo para producir productos acabados a partir de una mezcla de materiales reciclados de residuos de plástico mixtos, de acuerdo con la presente invención;
 15 La Figura 4 es un diagrama de la extrusora representado en las Figuras 2 y 3;
 La Figura 5a es una perspectiva lateral del cabezal de extrusión representada en la Figura 4;
 La Figura 5b es una vista en perspectiva del cabezal de extrusión representado en la Figura 4 desde el lado del cilindro;
 La Figura 6 representa la curva de temperatura del proceso de extrusión;
 20 La Figura 7 representa el sistema de matrices de calibración representadas en las Figuras 2 y 3;
 La Figura 8 representa la sección transversal del producto de muestra fabricado usando el sistema y el método de acuerdo con la presente invención.

25 Descripción detallada de la invención

- La Figura 1 representa el método para producir productos de plástico a partir de la materia prima recibida como resultado del reciclado de residuos de plástico mixtos, de acuerdo con la presente invención, que comprende separar los metales de la materia prima reciclada de residuos de plástico mixtos, mezclar la mezcla de la materia prima, añadir aditivos, mezclar, espumar por extrusión continua conforme a la curva de temperatura de acuerdo con la Figura 6, controlando la temperatura en las zonas de la extrusora 24-31, enfriar dos fases en las matrices de calibración, fabricar un producto utilizando el método de pultrusión controlada y cortar automáticamente el producto.

- 35 Las Figuras 2 y 3 muestran el diagrama general del sistema de acuerdo con la presente invención para aplicar el método representado en la Figura 1.

- El sistema inventado para producir productos de plástico a partir de residuos de plástico mixtos reciclados comprende un sistema para mezclar materias primas 3, un primer transportador 5, una tolva 4, un segundo transportador 6, un mezclador fino con un sistema de pesaje (por ejemplo, balanzas electrónicas) 7, un panel de control 8, una extrusora 9, un sistema de matrices de calibración 10 en la tabla de calibración 11, un baño de refrigeración de agua 12, una máquina de pultrusión 13 con un convertidor 14 y un motor eléctrico con un reductor 15 y un cortador automático de los productos 16. La realización alternativa de la invención comprende un separador de metal 1 con un transportador 2 al sistema de mezclado 3.

- 45 De acuerdo con el sistema y método inventados de la Figura 2, el separador de metales 1 elimina metales magnéticos y no magnéticos de los residuos de plástico mixtos previamente reciclados; a continuación, el transportador 2 lleva los residuos de plástico mixtos desde separador de metal 1 hasta el sistema de mezclado 3; después de mezclar las materias primas, otro primer transportador 5 lleva los residuos de plástico mixtos a la tolva 4; y el segundo transportador 6 los lleva al mezclador fino con un sistema de pesaje (por ejemplo, una báscula electrónica) 7, donde se añaden aditivos (residuos de plástico mixtos reciclados y/o residuos de plástico granulado de un tipo) a la mezcla de residuos de plástico mixtos previamente reciclados de alto y bajo peso volumétrico para hacer que la mezcla sea adecuada para la fabricación de los productos; el panel de control 8 se utiliza para controlar el proceso y las velocidades; el mezclador fino 7 está conectado a la extrusora 9 a la que llega la mezcla mixta y triturada de residuos de plástico mixtos y aditivos para el proceso de extrusión; después del proceso de extrusión, el residuo de plástico fabricado a partir de la mezcla procesada mecánica y térmicamente de residuos de plástico mixtos y aditivos va al sistema de matrices de calibración 10 que está en la tabla de calibración 11 conectada a la extrusora 9; desde el sistema de matriz 10, el material procesado entra en el baño de refrigeración de agua 12 y después a la máquina de pultrusión 13 con un convertidor 14 y un motor eléctrico con un reductor 15 y finalmente a la sierra 16 donde se cortan los productos.

- 60 En la realización alternativa de la Figura 3, la materia prima, es decir, residuos de plástico mixtos reciclados de alto y bajo peso volumétrico, se lleva directamente al sistema de mezclado 3; el primer transportador 5 lleva la mezcla a la tolva 4; y el segundo transportador 6 la lleva al mezclador fino con el sistema de pesaje (por ejemplo, una báscula electrónica) 7, donde se añaden aditivos (residuos de plástico mixtos reciclados y/o residuos de plástico granulado de un tipo) para hacer que la mezcla sea adecuada para la fabricación de productos; el panel de control 8 se utiliza para controlar el proceso y las velocidades; el mezclador fino 7 está conectado a la extrusora 9 al cual llega la mezcla mezclada y triturada de residuos de plástico mixtos y aditivos para el proceso de extrusión; después del

proceso de extrusión, el residuo de plástico fabricado a partir de la mezcla procesada mecánica y térmicamente de residuos de plástico mixtos y aditivos va al sistema de matrices de calibración 10 que está en la tabla de calibración 11 conectada a la extrusora 9; desde el sistema de matriz 10, el material procesado entra en el baño de refrigeración de agua 12 y luego a la máquina de pultrusión 13 con un convertidor 14 y un motor eléctrico con un reductor 15 y finalmente a la sierra 16 donde se cortan los productos a medida.

Cuando la materia prima se mezcla, la mezcla resultante comprende aproximadamente el 50 %- 75 % de materia prima producida a partir de residuos de plástico de bajo peso volumétrico y aproximadamente el 25-50 % de materia prima producida a partir de residuos de plástico de alto peso volumétrico.

Después de mezclar la materia prima, se añaden aditivos a la mezcla en el mezclador 7 con una balanza electrónica y un sistema de mezclado; por ejemplo, agentes colorantes, sustancias de protección UV, antioxidantes, un agente espumante (por ej., EN3), aditivos minerales y aditivos que mejoran la estructura del material, fibras de vidrio, fibras textiles y/o aditivos minerales aproximadamente en el intervalo del 0,2 % -10 %. El mezclador de aditivos 7 permite mezclar diferentes tamaños y añadir aditivos en polvo y diversos colorantes al mismo tiempo. La mezcla tiene lugar en función del peso volumétrico. Desde el mezclador de aditivos, la mezcla de materia prima se lleva a la extrusora 9. En el mezclador y en los tubos de conexión se evitan los "puentes" de materias primas, ya que esto impediría que el material se mueva.

El espumado se utiliza para regular la densidad de los productos de plástico en el intervalo aproximado de 0,5-0,85 t/m³. Al cambiar la velocidad del proceso de producción cambia la densidad de los productos finales. A velocidades más altas, la mezcla de plástico procesado necesita menos tiempo en el sistema de matrices de calibración. Por lo tanto, la parte espumada del perfil de productos se expande y la capa superior del producto, a través de la cual los gases no pasan, se hace más delgada. Por ejemplo, al aumentar la velocidad de producción en un 20 %, la densidad de los productos de plástico disminuye en torno al 5 %-7 %. Una densidad diferente también significa diferentes características físicas del producto final. Por ejemplo, una densidad más baja supone un menor peso y una menor resistencia a la flexión del producto de plástico.

La sustancia espumante hace que el producto sea poroso en el interior, y el producto es resistente a la intemperie, tolerando bien una fluctuación de la temperatura (de + 65 °C a -30 °C). Por ejemplo, la densidad preferida del material usado para tableros de terraza es preferiblemente 0,75-0,85 t/m³; la de materiales no portadores (por ejemplo, tabiques o materiales de fachada) es preferiblemente 0,5-0,6 t/m³. Añadiendo, por ejemplo, un agente espumante al 0,2 %, el tonelaje de la materia prima ahorró hasta un 20 %.

El producto de acuerdo con la presente invención se puede clavar, moler y aserrar bien. Usando el 1 %- 4 % de un colorante que incluye protección UV, el producto final adquiere una apariencia estética. Por ejemplo, la adición del 1 %-10 % de fibras de vidrio o textiles aumentan la resistencia a la flexión del perfil hasta dos veces.

Los aditivos añadidos, el espumado por extrusión continua tiene lugar en la extrusora 9 de acuerdo con la curva de temperatura de la Figura 6. Para ello, se funde toda la masa de polímeros y se pasa por tres etapas de procedimiento en la extrusora 9: alimentación, compresión y mezclado (es decir, dosificación). Para asegurar un movimiento estable, se ajusta una curva de temperatura que sea la más adecuada para la extrusión (véase la Figura 6). Mientras que la temperatura en cada zona se ajusta de acuerdo con las temperaturas mostradas en la Figura 6, ±2 %-5 %. Como la masa de plástico fundida incluye gases y está en torno a 3-6 bar en el cabezal de extrusión 29, la masa polimérica que sale de la extrusora está "viva" y quiere expandirse, es decir, su volumen aumenta alrededor del 20 % en los primeros 1 a 3 segundos después de salir de la extrusora. El moldeo del producto de plástico comienza en el cabezal de extrusión 29 y el dado 30. Las extrusoras se usan generalmente para la extrusión o el reciclado de un solo tipo de polímero. En el presente proceso, la mezcla de materiales poliméricos que se ha producido a partir de nueve tipos diferentes de residuos de plástico pasa a través de la extrusora.

En la realización alternativa de la invención, se utiliza un proceso de coextrusión, en el que otra extrusora añade una capa delgada de un tipo de polímero a la materia prima de plástico mixto. El proceso de coextrusión evita el coloreado de todo el material plástico, porque solo la capa superior delgada de un único tipo de material polimérico necesita ser coloreada. En el proceso de coextrusión, se utiliza una extrusora adicional para fundir un único tipo de material polimérico que se añade al plástico fundido hecho de residuos de plástico mixtos, inmediatamente antes de salir de la extrusora.

La figura 4 representa la extrusora 9 del sistema inventado para producir productos de plástico a partir de residuos de plástico mixtos reciclados. Es preferible disponer de una extrusora de un tornillo que comprenda un motor de accionamiento 17 del tornillo; una caja de engranajes 18 de la extrusora; un bastidor 19; ventiladores de enfriamiento 20; un tornillo de la extrusora que comprende una zona de alimentación 21, una zona de compresión 22 y una zona de mezcla 23; un cilindro que comprende al menos cinco zonas de calentamiento 24-28; un cabezal de extrusión 29; un dado 30; y una extensión 31 del cabezal que también se utiliza como primera zona de enfriamiento.

El material se calienta en una extrusora 9 de un solo tornillo que tiene al menos cinco zonas de calentamiento 24-28. El tornillo de la extrusora 9 está diseñado para mezclar el material, no para transportarlo, es decir, la zona de

alimentación 21 del tornillo y la zona de compresión 22 conjuntamente no exceden la mitad de la longitud del tornillo. La zona de mezclado 23 tiene un pequeño volumen que no excede de un tercio del volumen de la zona de alimentación 21.

5 Las zonas de temperatura utilizadas en la extrusora 9 se dividen en tres:

- 1) en la primera zona 24-28, el cilindro, la temperatura se mantiene aproximadamente en el intervalo de 145 °C-180 °C;
- 10 2) en la segunda zona 29-30, el cabezal de extrusión, la temperatura se mantiene aproximadamente en el intervalo de 180 °C-210 °C;
- 3) en la tercera zona 31, el cabezal extendido de la extrusora, la temperatura se mantiene aproximadamente en el intervalo de -3°C y -8°C.

15 La extrusora que va a utilizarse se elige en función de la sección transversal del perfil final porque una extrusora altamente productiva no es adecuada para fabricar pequeños perfiles y viceversa. Por ejemplo, las extrusoras con un diámetro de tornillo de 90-120 mm son adecuadas para fabricar perfiles que tienen una sección transversal de 138-140 mm x 30-32 mm; 138-140 mm x 38-40 mm; 95 x 95 mm.

20 El panel de control de la extrusora muestra lecturas de las temperaturas de zona, del amperímetro, la velocidad de rotación del tornillo, los sensores de presión del cabezal de extrusión y la velocidad de línea (m/min). Durante el proceso, la temperatura del motor de la extrusora y el enfriamiento de la caja de engranajes se mantienen bajo control (máx. 70 °C).

25 El panel de control se utiliza para controlar las temperaturas de las zonas de calentamiento del cilindro de acuerdo con el gráfico mostrado en la Figura 6: primera zona 24 - aproximadamente 145-150 °C; segunda zona 25 - aproximadamente 150-153 °C; tercera zona 26 - aproximadamente 153-155 °C; cuarta zona 27 - aproximadamente 155-160 °C; quinta zona 28 - aproximadamente 160-167 °C. Las temperaturas en las zonas de calentamiento del cabezal de extrusión: sexta zona 29 - aproximadamente 180-195 °C; séptima zona 30 - aproximadamente 190-210 °C y octava zona 31 - entre aproximadamente -3 °C y -8 °C. El panel de control también se utiliza para controlar la presión en el cabezal de extrusión, que se mantiene aproximadamente en el intervalo de 3 - 6 bar; la temperatura del plástico fundido que sale del cabezal de extrusión; la velocidad de rotación del tornillo de extrusora 36-48 rotaciones por minuto; el amperaje de la extrusora 34-40 A; la velocidad de desplazamiento del perfil en la línea de producción 0,3-0,5 m/min; y la resistencia a la tracción de la máquina de pultrusión, que es el 35-50 % de la capacidad máxima de la máquina de pultrusión. Las zonas 24-28 aseguran la fusión adecuada de la masa polimérica y la generación de gases. No hay fricción causada por la rotación del tornillo en las zonas 29 - 30; se mantiene la temperatura ahí y la masa polimérica fundida se mantiene a una presión de aproximadamente 3-6 bar.

35 Los sensores de temperatura que se controlan automáticamente aseguran el funcionamiento estable de las tres etapas de extrusión, de manera que la masa polimérica que sale de la extrusora es homogénea y estable.

40 El tornillo 9 de la extrusora está dividido en tres zonas: las piezas de plástico que todavía no se han fundido se alimentan sobre el tornillo en la zona de alimentación 21 y a lo largo de la zona de compresión 22; en la zona de compresión 22, los calentadores y la abrasión inician el proceso de fusión; y la zona de mezcla 23 mezcla y presuriza el plástico fundido y lo transporta al cabezal de extrusión 29.

45 Como se mezclan y se funden diferentes tipos de plástico, la masa resultante de plástico fundido es inestable en el proceso de producción. Para controlarlo, la zona de alimentación 21 del tornillo es lo más corta posible y la zona de mezcla es lo más larga posible, y la transición entre la zona de compresión 22 y la zona de mezcla 23 es lisa. La zona de alimentación 21 y la zona de compresión 22 conjuntamente no exceden la mitad de la longitud del tornillo. La zona de mezcla 23 tiene un pequeño volumen que no excede de un tercio del volumen de la zona de alimentación 21.

50 El cabezal de extrusión 29 comprende tres zonas de calentamiento 29.1-29.3, un dado 30, una extensión 31 del cabezal y una placa de aislamiento 39 unida al dado, un canal de flujo 45, una guía 40 en el centro del cabezal de extrusión 29, un sensor de presión 41 antes de la guía; sensores de presión y temperatura 42 después de la guía, la salida 43 para la masa fundida; y un sistema de pasadores 44.

60 El dado 30 de la extrusora es la última parte del cabezal de extrusión 29 y está diseñado para adaptarse al tamaño y forma de la salida y a la relación entre la salida y la entrada de la matriz de calibración. Preferiblemente, esta última es aproximadamente el 80 % de la sección transversal de la primera matriz de calibración 10.1. La guía 40 del flujo de plástico está en el centro del cabezal de extrusión 29 imitando la forma del canal de flujo 45 del cabezal de extrusión 29 y está diseñada para guiar el flujo de plástico a los bordes del perfil de plástico.

65 El cabezal de extrusión 29 comprende dos sensores de presión 41 y 42, uno de ellos antes y el otro después de la zona de guía de flujo. El sensor en el lado de la matriz de calibración también mide, además de la presión (3-6 bar), la temperatura del plástico fundido que sale de la extrusora, que es de aproximadamente 168-178 °C.

El cabezal de extrusión 29 comprende tres zonas de calentamiento 29.1-29.3. El cabezal de extrusión 29 está unido a la extrusora de tal manera que la salida del cabezal de extrusión 29, de donde sale la masa polimérica fundida, es paralela al eje horizontal y transversalmente al eje vertical.

5 El cabezal de extrusión 29 comprende un dado 30. El dado se utiliza para regular y guiar el plástico fundido saliente hacia la matriz de calibración. La forma interna del dado imita el perfil a producir, es decir, sus secciones transversales son similares. Una placa de aislamiento 39 está unida al dado para reducir la transferencia de calor desde el dado 30 (hasta 200 °C) hasta la primera sección de la matriz de calibración 10.1, que es aproximadamente -5 °C.

10 En el cabezal de extrusión 29, el plástico fundido se mueve solamente debido a la presión generada por el tornillo.

15 El canal de flujo 45 del cabezal de extrusión 29 se hace más pequeño hacia el extremo, creando así una contrapresión en el tornillo. La contrapresión garantiza el control sobre el flujo de plástico inestable. La presión interior es controlada por los sensores de presión 41 y 42 unidos al cabezal. Las tendencias de la presión se controlan, es decir, si la presión en el cabezal de extrusión 29 aumenta, se incrementa la velocidad de la máquina de pultrusión y viceversa.

20 La salida 43 del dado 30 tiene una sección transversal similar al perfil que va a producirse. La extrusora 9 termina con la extensión 31 del cabezal unida al dado 30. Su temperatura es inferior a cero, y la primera matriz de calibración está unida a la misma. Sin embargo, la temperatura del cabezal 29 es de hasta +200 °C.

25 La salida 43 del dado 30 tiene un área de aproximadamente el 80-85 % de la sección transversal del perfil que va a producirse. En el momento en que la masa fundida sale del cabezal 29 y entra en el calibrador, la presión cae de 3-6 bar a 0,5-1 bar en 1-2 segundos y a 0,1 bar en los siguientes 10 segundos. La baja temperatura provoca el primer impacto frío que contribuye al control del proceso. Las soluciones previamente conocidas no tienen una matriz de calibración sub-cero unida al cabezal de extrusión 29 que está a una temperatura de hasta +200 °C.

30 Después de que la masa fundida de plástico sale de la extrusora 9, se enfría en dos etapas, donde la primera enfría las matrices de calibración 10 y la segunda, el baño de refrigeración de agua 12. El enfriador de las matrices de calibración 10 mantiene la temperatura del agente de enfriamiento al menos a -5 °C. El agente refrigerante preferiblemente no se congela. Los acoplamientos de las mangueras de refrigeración son acoplamientos de conexión rápida para el reemplazo rápido de las matrices de calibración. Todas las mangueras de conexión están cubiertas con material de aislamiento térmico para evitar la formación de condensados y pérdidas de energía excesivas.

35 La primera fase de enfriamiento tiene lugar en el sistema de refrigeración de las matrices de calibración 10, donde se da una forma al perfil, y el enfriamiento activo hace permanente la forma. La segunda fase de enfriamiento tiene lugar cuando el producto atraviesa el baño de refrigeración de agua 12.

40 Después del enfriamiento, los perfiles van a la máquina de pultrusión 13 que mide constantemente la fuerza de tracción (aproximadamente el 35 %-50 % de la capacidad de tracción del dispositivo) y la velocidad de tracción (aproximadamente 0,3-0,5 m/min) del producto y ajusta automáticamente el velocidad de extrusión. Extrae perfiles "sin fin" a través de las matrices de calibración 10 y del baño de refrigeración de agua 12 hasta la sierra automática 16. En contraste con una máquina de pultrusión ordinaria, la solución de acuerdo con la presente invención incluye la medición de la resistencia a la tracción del dispositivo. El indicador es la base para el ajuste automático de la velocidad de tracción, es decir, si la fuerza de tracción aumenta un 1 %, la velocidad de tracción aumenta un 1 % y viceversa. Los cambios en la resistencia a la tracción del dispositivo reflejan la fricción entre la superficie del producto y el interior de las matrices de calibración. En la etapa final del reprocesado, la sierra automática 16 corta los perfiles en productos de longitud adecuada.

45 En una realización de la invención, el sistema de matrices de calibración 10 (véase la figura 6) comprende una primera matriz de calibración 10.1 que está conectada a la extensión 31 del cabezal de extrusión; una segunda matriz de calibración 10.2, una tercera matriz de calibración 10.3, una cuarta matriz de calibración 10.4, por lo que cada matriz de calibración comprende una base 10.5, una cubierta 10.6 y laterales 10.7 y 10.8 que están rígidamente fijados entre sí, formando así una cámara interior 10.9 de las matrices que dan la forma requerida al perfil de plástico y canales de refrigeración 10.10. En la dirección de flujo de la masa de plástico desde la primera matriz de calibración 10.1 hasta la cuarta y última matriz de calibración 10.4, el volumen de la cámara interior 10.9 de las matrices de calibración aumenta para reducir la presión que el plástico en expansión caliente ejerce sobre las paredes interiores de las matrices de calibración.

50 El sistema de matrices de calibración 10 disminuye uniformemente la presión del material que sale, cada matriz siguiente es 0,5 mm más grande que la anterior. Las matrices de calibración se han diseñado en función de la última matriz de 1000 mm que es el tamaño del perfil, es decir, el producto final.

65

Las matrices de calibración están unidas rígidamente (por ejemplo, con pernos o sistemas de pasadores) y preferiblemente con una precisión de 0,01.

5 El sistema multicomponente de matrices de calibración permite realizar diferentes perfiles utilizando los mismos componentes.

10 Todas las matrices de calibración están centradas y niveladas en la tabla de calibración 11. Los canales de refrigeración de las matrices de calibración están diseñados para permitir el control del enfriamiento en las matrices mediante válvulas que ajustan el volumen del agente refrigerante que fluye a través de todo el sistema de matrices 10 o en sus partes, permitiendo así mantener las primeras matrices en el sistema 10 más frías que las últimas. Cuando la fuerza de tracción aumenta, el enfriamiento se hace más intensivo abriendo las válvulas para mantener la resistencia a la tracción de la máquina de pultrusión a un 35-50 % de la capacidad máxima, porque un enfriamiento más intensivo reduce la fricción del producto contra la superficie interior de la matriz.

15 Una matriz de calibración de 120 mm se fija al cabezal de extrusión 29 como una extensión de la extrusora. La temperatura del cabezal 29 es de +200 °C y la de la primera matriz de calibración 10.1 es -5 °C. Otras matrices de calibración están en una tabla de calibración separada 11.

20 La tabla 11 es inflexible y ofrece oportunidades de ajuste en diferentes partes. También incluye un sistema de bloqueo que permite fijar el ajuste sobre la tabla 11. La tabla de calibración 11 puede desplazarse más lejos de la extrusora ya que está sobre rieles.

25 Si la tabla de calibración 11 con las matrices de calibración 10 se mueve contra el sistema de pasador fijado al cabezal de extrusión 29, la tabla puede bloquearse en esta posición para evitar que se aleje del cabezal de extrusión 29 debido a la presión ejercida por el plástico fundido que sale de la extrusora.

Las cubiertas de las matrices de calibración se pueden prensar y fijar hasta 12 toneladas. La posibilidad de abrir las matrices permite un acceso rápido a su cámara interior.

30 En los sistemas matriciales ordinarios, no se utiliza este enfriamiento agresivo a base de líquido, y las partes interiores de cada una de las siguientes matrices no son mayores que las del anterior para reducir la presión y la fricción que afecta a la superficie interna de las matrices.

35 El sistema de refrigeración del baño de refrigeración con agua 12 garantiza un enfriamiento efectivo (hasta + 10 °C) del agua de refrigeración requerida por el baño. La longitud preferida del baño de refrigeración de agua 12 es de 8 metros, que comprende un sistema de suministro de agua en circulación. El baño de refrigeración de agua 12 está diseñado para utilizarse para fabricar perfiles diferentes.

40 La máquina de pultrusión 13 tira del perfil extruido a través de las matrices, creando al mismo tiempo contrapresión en la extrusora. La contrapresión forma el perfil en las matrices de calibración. El reductor de engranajes de la máquina de pultrusión 13 permite la producción a velocidades muy bajas, a partir de 0,002 m/min. La transmisión del motor eléctrico y del sistema reductor se ajusta óptimamente a la velocidad de la línea. Se mide la fuerza de tracción aplicada al perfil por el proceso de la máquina de pultrusión 13. El objetivo de la máquina de pultrusión que mide constantemente la fuerza de tracción y la velocidad de tracción y ajusta automáticamente la velocidad de extrusión es tirar del perfil "sin fin" a través de las matrices de calibración y el baño de refrigeración de agua hasta la sierra automática. La tarea de la máquina de pultrusión es tirar del perfil extruido a través del sistema de matrices de calibración 10, creando simultáneamente contrapresión en la extrusora 9. La contrapresión forma el perfil en las matrices de calibración. Se mide la fuerza de tracción aplicada al perfil por el proceso de la máquina de pultrusión. En contraste con una máquina de pultrusión ordinaria, el presente proceso tecnológico incluye una medición de la resistencia a la tracción de la máquina. El indicador es la base para el ajuste automático de la velocidad de tracción.

La sierra automática 16 corta el perfil a una longitud preestablecida; esta se puede ajustar a diversas longitudes. Es preferible tener una jaula alrededor de la sierra.

55 La Figura 7 representa la sección transversal del producto de plástico de muestra fabricado a partir de residuos de plástico mixtos no identificados, no clasificados, reciclados, utilizando el sistema y el método de acuerdo con la presente invención. Las matrices de calibración 10 se han utilizado para dar al producto de plástico una estructura de superficie superior 32 con surcos longitudinales, una estructura de superficie inferior 33 y estructuras de superficie lateral 34 y 35.

60 Dependiendo de la composición estadística de los polímeros en los residuos de plástico de peso volumétrico de baja y alta densidad, el producto de plástico fabricado de acuerdo con el presente sistema y método de la invención contiene polímeros cuya composición en la realización incluye poliestireno y polipropileno aproximadamente el 5 %-15 %, PE/PP con una fórmula molecular similar aproximadamente del 50 %-65 % y tipos no identificados de polímeros hasta completar. Cuando se funden en uno, dominará la masa fundida de plástico con una fórmula molecular similar.

Por lo tanto, si se añade una mezcla de residuos de plástico de alto peso volumétrico a la composición de residuos de plástico de bajo peso volumétrico en el sistema de mezclado 3, dominará la masa fundida de plástico de una fórmula molecular similar de acuerdo con la realización alternativa de la presente invención. Dependiendo de la necesidad, se pueden añadir aditivos adicionales como sustancias que proporcionan un mejor control del proceso de producción, es decir, se utilizan para controlar el comportamiento de la masa fundida de plástico durante el reprocesado de la composición. Los ensayos han demostrado que el polipropileno (PP) se mueve en las capas superficiales 36 de la masa fundida durante el reprocesado de la composición de residuos de plástico mixtos y une la masa de polímeros que tienen una fórmula molecular similar a la de los residuos de plástico de alto y bajo peso volumétrico. Cuando toca la pared del molde de enfriamiento, da al producto una superficie 37 que no deja pasar los gases.

Los ensayos han mostrado también que el poliestireno (PS) se mueve en las capas intermedias 38 de la composición de los residuos de plástico mixtos. A medida que el poliestireno (PS) se enfría más rápido que otros plásticos y el poliestireno (PS) está en las capas intermedias de la masa fundida 38, la estructura que es el resultado del enfriamiento no deja que el producto se desmorone. Una mezcla adecuada de poliestireno (PS) y otro plástico fundido en la materia prima fundida a presión asegura la homogeneidad, durabilidad y el interior poroso del producto de acuerdo con la presente invención, siendo su densidad de aproximadamente $0,6-0,8 \text{ t/m}^3$.

Cuando se fabrica un producto según la presente invención a partir de residuos de plástico mixtos reciclados, por ejemplo, mediante la adición de un agente espumante, se simula la generación de gases en el plástico fundido. Cuando la masa se está enfriando, los gases se expanden y buscan una salida de la masa. El polipropileno se mueve en las capas superficiales 36 de la masa fundida y se une a una masa de una fórmula molecular similar. Cuando toca las paredes frías de las matrices de calibración, forma una capa superficial 37 que no deja pasar los gases. El poliestireno se mueve en las capas intermedias 38 de la masa fundida. Como el poliestireno se congela más rápido que otra masa y está en las capas intermedias de la masa fundida, la estructura que es el resultado del enfriamiento no deja que el producto se desmorone. Al mismo tiempo, el poliestireno y otra masa se mezclan adecuadamente mientras están en estado fundido y a presión. Esto garantiza la homogeneidad y el interior poroso del producto, siendo su densidad de aproximadamente $0,6-0,8 \text{ t/m}^3$.

Para mejorar la calidad del producto, en el sistema de mezclado 3 se añade(n) poliestireno (PS) y/o polipropileno (PP) a la materia prima obtenida a partir de una mezcla de residuos de plástico mixtos no identificados, sucios y sin clasificar y que han sido reciclados.

En una realización alternativa de la invención, los productos de plástico producidos de acuerdo con el sistema y el método de la presente invención comprenden, por ejemplo, tableros combinados, tableros de terraza y perfiles con diversas secciones transversales.

Las características del producto final fabricado de acuerdo con el sistema y método para producir productos a partir de materia prima reciclada a partir de residuos de plástico mixtos son las siguientes:

- densidad: $0,6-0,8 \text{ t/m}^3$;
- capa superficial densa 37 de 5-20 mm e interior poroso y espumado 38;
- propiedades de flexión (EN 408): 1843 N/mm^2 a $-50 \text{ }^\circ\text{C}$; 795 N/mm^2 a $22 \text{ }^\circ\text{C}$; y 452 N/mm^2 a $60 \text{ }^\circ\text{C}$;
- expansión lineal: $0,069 \text{ mm/m/}^\circ\text{C}$ (indica la expansión del producto por 1 m cuando la temperatura aumenta 1 grado en Celsius);
- clase de inflamabilidad: E (ISO 13501-1);
- deterioro UV: $\Delta E = 1,1$ (sin daños) (los ensayos UV se realizaron bajo condiciones estándar (ASTM G154) durante un periodo de tiempo que se correlaciona con aproximadamente 10 años de luz solar natural. ΔE indica el cambio en las coordenadas de color (L, a, b))
- absorción de agua: $0,17 \%$ (ISO 62)
- aislamiento acústico: B3 (EN-1793-2)
- resistencia sin daño a aguarrás, líquido de encendedor, lejía o aceite de hornear caliente
- no tóxico
- resistente a una fluctuación de temperatura en el intervalo entre $+65 \text{ }^\circ\text{C}$ y $-30 \text{ }^\circ\text{C}$;
- coeficiente de dilatación lineal: $0,083-0,099 \alpha, \text{ mm/m}\cdot^\circ\text{C}$;
- dureza superficial (ASTM D3363): 4H-5H;
- carga: 166 - 222 N;
- fuerza de sujeción del clavo (EVS-EN 13446: 2002): 1328-1776 N
- fuerza de compresión: 34,1-43,6 kN.

Para proporcionar una explicación adicional a la invención, los datos de ensayo del producto de muestra fabricado usando el sistema y método de acuerdo con la presente invención se dan a continuación.

Para probar las propiedades de flexión y la dependencia de la temperatura, se utilizaron productos de 690 mm y 810 mm de longitud. La prueba midió la resistencia a la flexión, es decir, la potencia de flexión requerida para romper el

ES 2 646 179 T3

material a una cierta temperatura. Se usaron tres pruebas repetidas para calcular la resistencia a la flexión media (N/mm^2). También se ensayó el módulo de elasticidad de flexión, es decir, la capacidad del material para deformarse flexiblemente. Los ensayos de flexión se realizaron en el marco de carga Instron 5866. En el ensayo, los productos de ensayo se colocaron en una cámara de refrigeración con CO_2 sólido (-50 °C) durante 24 horas y en un horno de aire caliente (60 °C) también durante 24 horas; la temperatura de 22 °C se consiguió manteniendo los productos a temperatura ambiente. Después de que se alcanzó la temperatura requerida, los productos se colocaron en un sistema de plegado de cuatro puntos y se aplicó una carga. El ensayo de flexión se llevó a cabo a una velocidad de carga de 5 mm/min ; la prueba finalizó al romperse el producto de ensayo.

- 5
- 10 Resultados de la prueba numérica, valores medios y desviaciones estándar para el producto de 690 mm de longitud con una sección transversal de $138 \times 32\text{ mm}$.

	Máxima potencia de flexión	Módulo de elasticidad global	Resistencia a la flexión
	N	N/mm^2	N/mm^2
	-50 °C		
1	2762,63	1214,32	11,34
2	3637,21	1755,92	14,93
3	5397,96	2559,40	22,16
Valor promedio	3932,60	1843,21	16,14
Desviación estándar	1342,27	676,78	5,51
	-22 °C		
1	2468,28	703,44	10,13
2	2678,05	730,68	11,00
3	3030,06	952,69	12,44
Valor promedio	2725,46	795,60	11,19
Desviación estándar	283,88	136,72	1,17
	-60 °C		
1	1539,32	503,18	6,32
2	1686,14	484,33	6,92
3	1612,00	368,99	6,62
Valor promedio	1612,49	452,17	6,62
Desviación estándar	73,41	72,65	0,30

- 15 Resultados de la prueba numéricos, valores promedio y desviaciones estándar para el producto de 810 mm de longitud con una sección transversal de $138 \times 38\text{ mm}$.

	Máxima potencia de flexión	Módulo de elasticidad global	Resistencia a la flexión
	N	N / mm^2	N / mm^2
	-50 °C		
1	4911,98	1489,91	17,11
2	5318,24	1804,36	18,52
3	5816,00	2002,50	20,26
Valor promedio	5348,74	1765,59	18,63
Desviación estándar	452,78	258,48	1,58
	-22 °C		
1	2902,80	586,37	10,11
2	2893,29	583,78	10,08
3	2891,01	539,08	10,07
Valor promedio	2895,70	569,74	10,09
Desviación estándar	6,25	26,59	0,02
	-60 °C		
1	1945,10	293,62	6,77
2	2568,48	454,08	8,95
3	2117,59	237,36	7,38
Valor promedio	2210,39	328,35	7,70
Desviación estándar	321,88	112,46	1,12

- 20 El cambio relacionado con la temperatura en las dimensiones del material se sometió a ensayo midiendo el coeficiente de expansión lineal. El ensayo se llevó a cabo a cuatro temperaturas diferentes: $-21,3\text{ °C}$; $5,6\text{ °C}$; $22,9\text{ °C}$; 40 °C y 60 °C . Los dispositivos de prueba utilizados fueron un medidor de espesor Sony U30F, un congelador ($-21,3\text{ °C}$), un refrigerador ($5,6\text{ °C}$) y un horno de aire caliente (40 °C y 60 °C). Los productos de ensayo tenían una longitud de 100 mm . Se mantuvieron a las temperaturas elegidas durante 24 horas y su longitud se midió

ES 2 646 179 T3

inmediatamente después de ese tiempo.

Producto de 138 x 32 mm. Longitud relativa a la temperatura dada (mm)

	-21,3°C	5,6°C	22,9°C	40,0°C	60,0°C
1	9,601	9,845	9,993	10,143	10,261
2	9,775	9,976	10,138	10,301	10,402
3	10,846	11,069	11,24	11,43	11,528
Valor promedio	10,074	10,297	10,457	10,625	10,730
Desviación estándar	0,674	0,672	0,682	0,702	0,694

5 Producto de 138 x 38 mm. Longitud relativa a la temperatura dada (mm).

	-21,3°C	5,6°C	22,9°C	40,0°C	60,0°C
1	10,869	11,117	11,3	11,495	11,662
2	9,603	9,825	10,012	10,2	10,426
3	9,782	10,032	10,202	10,395	10,533
Valor promedio	10,085	10,325	10,505	10,697	10,874
Desviación estándar	0,685	0,694	0,695	0,698	0,685

Coefficiente de expansión lineal

	α , mm/m.°C
138 x 32 mm	0,099
138 x 38 mm	0,083

10 La dureza superficial se determinó usando el método según el cual el resultado del ensayo es la dureza del lápiz que no penetra en la superficie o deja un rasguño en la superficie. El método utiliza lápices de varias durezas. Su escala de dureza es la siguiente:

9H 8H 7H 6H 5H 4H 3H 2H H F HB B 2B 3B 4B 5B 6B 7B 8B

La más dura Promedio La más blanda

15 La dureza superficial del producto es 4H-5H.

20 Para probar la carga máxima (N) y la fuerza de retención (N), se usó un clavo para averiguar cuál es la potencia máxima que se necesita aplicar para extraer un clavo del material. El clavo se introdujo y se sacó utilizando la máquina de tracción R-5 (P-5) con una velocidad de tracción de 5 mm/min y una velocidad de empuje de 20 mm/min. Se insertó un clavo de construcción de acero de 3 x 80 mm en todo el espesor del material, es decir, la profundidad de inserción era de 24 mm, que era el espesor de los productos de ensayo. A continuación, se extrajo el clavo del producto y se identificó la potencia máxima aplicada durante la tracción.

	Carga máxima (N)	Fuerza de retención (N)
1	200	1600
2	202	1616
3	190	1520
4	222	1776
5	218	1744
6	202	1616
7	236	1888
8	166	1328
9	216	1728
10	208	1664
Valor promedio	206,0	1648,0
Desviación estándar	19,2	153,8

25 El ensayo de la fuerza de compresión máxima (kN) y el alargamiento (mm) con respecto a la fuerza de compresión máxima se llevó a cabo en el sistema de ensayo de fatiga Instron 8802 a una velocidad de compresión de 10 mm/min. Los bordes aserrados de partes no espumadas de otro perfil se colocaron en ambos lados del producto a modo de soporte. El producto de ensayo se colocó entre las células de carga y se aplicó fuerza hasta que se rompió. Todos los productos de ensayo se rompieron comenzando por el ensanchamiento en el centro, en una forma tubular, es decir, en primer lugar, el centro de la resistencia perdida del material, y justo después de que la resistencia a la compresión también disminuyera. Las características y dimensiones (secciones transversales que

30

ES 2 646 179 T3

difieren hasta 2 mm) de los productos de ensayo eran bastante variables. La parte espumada era siempre la que se rompía.

	Fuerza de compresión máxima (kN)	Elongación a la fuerza de compresión máxima (mm)
1	38,8	7,3
2	34,1	5,4
3	35,4	5,9
4	36,3	7,1
5	35,9	7,0
6	34,9	6,4
7	38,5	5,3
8	42,5	6,1
9	32,3	4,4
10	43,6	6,5
11	36,7	5,3
Valor promedio	37,2	6,1
Desviación estándar	3,4	0,9

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para producir productos de plástico a partir de materia prima que ha sido reciclada a partir de residuos de plástico mixtos sin clasificar, no identificados y sucios, comprende un sistema para mezclar materias primas (3), un primer transportador (5), una tolva (4), un segundo transportador (6), un mezclador fino con un sistema de pesaje (7), un panel de control (8), una extrusora de un tornillo (9), un sistema de matrices de calibración (10) en la tabla de calibración (11), un baño refrigerante de agua (12), una máquina de pultrusión (13) y un cortador automático (16), en el que
- 10 - la extrusora de un tornillo (9) comprende un motor (17); una caja de engranajes (18); un bastidor (19); ventiladores de refrigeración (20); un tornillo con un diámetro de 90-120 mm que tiene una zona de alimentación (21), una zona de compresión (22) y una zona de mezclado (23); un cilindro que incluye zonas de calentamiento (24), (25), (26), (27), (28); un cabezal de extrusión (29); un dado (30); y una extensión (31) del cabezal que también se utiliza como primera zona de enfriamiento;
- 15 - el sistema de matrices de calibración (10) comprende una primera matriz de calibración (10.1) que está conectada a la extensión (31) del cabezal de extrusión; una segunda matriz de calibración (10.2), una tercera matriz de calibración (10.3), una cuarta matriz de calibración (10.4), en la que cada matriz siguiente es 0,5 mm más grande que la anterior y cada una de ellas comprende una base (10.5), una cubierta (10.6) y laterales (10.7) y (10.8) que están fijados rígidamente entre sí, formando así una cámara interior (10.9) de las matrices; y canales de refrigeración (10.10);
- 20 - la máquina de pultrusión (13) comprende un convertidor (14) y un motor eléctrico con un reductor (15).
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la zona de alimentación (21) y la zona de compresión (22) de la extrusora de un tornillo (9) conjuntamente no exceden la mitad de la longitud del tornillo y el volumen de la zona de mezclado (23) no excede de un tercio del volumen de la zona de alimentación (21).
- 25 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la extrusora de un tornillo (9) tiene tres zonas de temperatura:
- 30 - primera zona (24-28), el cilindro con una temperatura de aproximadamente 145 °C-180 °C;
- segunda zona (29 - 30), el cabezal de extrusión con una temperatura de aproximadamente 180 °C-210 °C;
- tercera zona (31), la extensión del cabezal con una temperatura de aproximadamente -3 °C y -8 °C.
- 35 4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el cabezal de extrusión (29) de la extrusora de un tornillo (9) comprende tres zonas de calentamiento (29.1, 29.2, 29.3), un dado (30) unido a la tercera zona de calentamiento (29.3), una extensión (31) del cabezal y una placa aislante (39) unida al dado, un canal de flujo (45), una guía (40) en el centro del cabezal de extrusión (29), un sensor de presión (41), un sensor de presión y temperatura (42), y una salida (43) para la masa fundida.
- 40 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que:**
- la salida del cabezal de extrusión (29) es paralela al eje horizontal y transversal al eje vertical;
- el canal de flujo del cabezal de extrusión (29) se reduce hacia el extremo;
- la primera matriz de calibración (10.1) está unida al cabezal de extrusión (29);
- 45 - la salida del cabezal de extrusión (29) tiene una área de aproximadamente el 80-85 % de la sección transversal del perfil que va a producirse.
- 50 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la sección transversal de la matriz de extrusión (30) es aproximadamente el 80 % de la sección transversal de la primera matriz de calibración (10.1).
7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el volumen de la cámara interior (10.9) de las matrices de calibración aumenta desde la primera matriz de calibración (10.1) hasta la última (10.4).
- 55 8. Un método para producir productos de plástico a partir de materia prima que ha sido reciclada a partir de residuos de plástico mixtos sin clasificar, no identificados y sucios, utilizando el sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1-7, que comprende las siguientes etapas: se produce una mezcla de materia prima de residuos de plástico mixtos reciclados; se añaden aditivos; se mezcla la mezcla; se extruye la mezcla; se enfría; se realiza el proceso de pultrusión; se cortan automáticamente a medida los productos de plástico, en el que
- 60 - después de mezclar las materias primas, la mezcla comprende aproximadamente el 50 %-75 % de materia prima producida a partir de residuos de plástico de bajo peso volumétrico y aproximadamente el 25-50 % de materia prima producida a partir de residuos de plástico de alto peso volumétrico, un primer transportador (5) lleva la mezcla de residuos de plástico a la tolva (4), y un segundo transportador (6) los lleva al mezclador fino con el sistema de pesaje (7);
- 65 - en el mezclador fino (7) se añaden a la mezcla aditivos o residuos de plástico mixtos reciclados y/o residuos de plástico granulados de un tipo;

- desde el mezclador fino (7), la mezcla mezclada y triturada de residuos de plástico mixtos y aditivos va a la extrusora de un tornillo (9), en el que la velocidad de rotación del tornillo de la extrusora es 36-48 rotaciones por minuto y donde tiene lugar el espumado por extrusión continua de acuerdo con las zonas de temperatura, siendo la temperatura controlada en las zonas (24-31) de la extrusora, en el que la temperatura en la primera zona (24) es aproximadamente 145-150 °C; en la segunda zona (25) aproximadamente 150-153 °C; en la tercera zona (26) aproximadamente 153-155 °C; en la cuarta zona (27) aproximadamente 155-160 °C; en la quinta zona (28) aproximadamente 160-167 °C; en la sexta zona (29) aproximadamente 180-195 °C; en la séptima zona (30) aproximadamente 190-210 °C; y en la octava zona (31) entre aproximadamente -3 °C y -8 °C;
- después del proceso de extrusión, la masa de plástico fabricada a partir de residuos de plástico mixtos y aditivos procesada mecánica y térmicamente va al sistema de matrices de calibración (10) que está conectado a la extrusora de un tornillo (9), en el que en el momento en que la masa fundida sale del cabezal de extrusión (29) y entra en el calibrador, la presión cae de 3-6 bar a 0,5-1 bar en 1-2 segundos y a 0,1 bar en los siguientes 10 segundos;
- esto va seguido por un enfriamiento de dos fases en el sistema de matrices de calibración (10) y el baño de refrigeración de agua (12), en el que la temperatura del cabezal de extrusión (29) es de hasta +210 °C, de la zona 31 entre aproximadamente -3 °C y -8 °C y de la primera matriz de calibración (10.1) es de al menos -5 °C;
- después del enfriamiento, el material va a la máquina de pultrusión (13) que mide constantemente la fuerza de tracción y la velocidad de tracción, en la que la velocidad de desplazamiento del perfil en la línea de producción es de 0,3-0,5 m/min y ajusta automáticamente la velocidad de extrusión, y después a la sierra automática (16) que corta los productos a medida.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** los aditivos que se añaden incluyen agentes colorantes, sustancias de protección UV, antioxidantes, un agente espumante, aditivos minerales y aditivos que mejoran la estructura del material, fibras de vidrio, fibras textiles y/o aditivos minerales aproximadamente en el intervalo del 0,2 %-10 % o poliestireno (PS) y/o polipropileno (PP).
10. El método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** en la zona de alimentación (21) de la extrusora (9), las piezas de plástico que todavía no se han fundido se llevan hacia abajo del tornillo hasta la zona de compresión (22), donde se funde el plástico; en la zona de mezclado (23) se mezcla el plástico, se presuriza y se desplaza por el tornillo hasta el cabezal de extrusión (29); las etapas de mezclado tienen lugar en las zonas de calentamiento (24-28) que garantizan una velocidad de fusión adecuada de la masa polimérica y la generación de gases; y las zonas (29 - 30) conservan la temperatura mantenida y conservan la masa polimérica fundida a una presión de aproximadamente 3-6 bar.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el volumen de la masa que sale de la extrusora de un tornillo (9) aumenta aproximadamente un 20 % en los 1-3 segundos posteriores a su salida de la extrusora.
12. El método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se utiliza un choque en frío para controlar el proceso.
13. El método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** la primera mitad del sistema de matrices de calibración (10) se mantiene más fría que la segunda mitad.
14. El método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** la máquina de pultrusión (13) tira del perfil extruido a través del sistema de matrices de calibración (10), creando al mismo tiempo una contrapresión constante en la extrusora de un tornillo (9).
15. El método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** se utiliza un proceso de coextrusión, donde otra extrusora añade una capa delgada de un tipo de polímero a la materia prima de residuos de plástico mixtos.

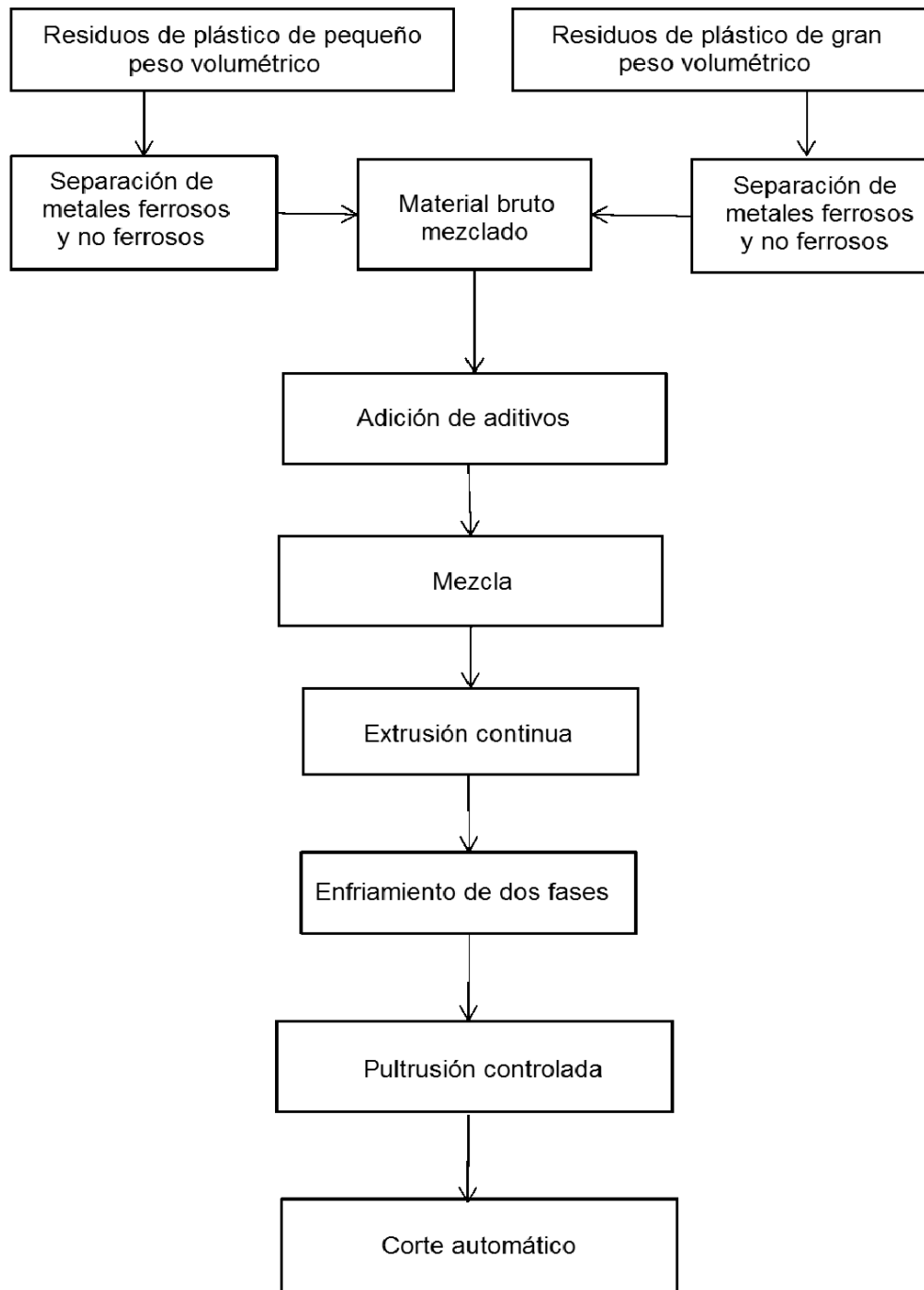


FIG 1

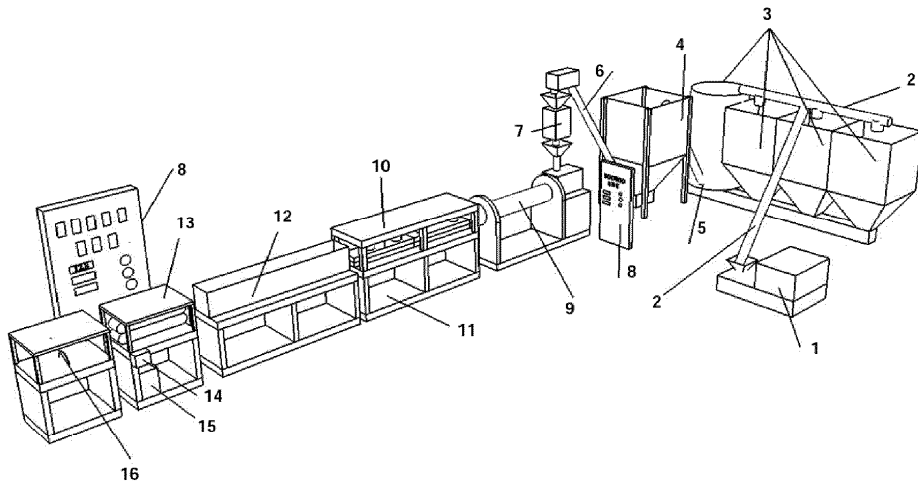


FIG 2

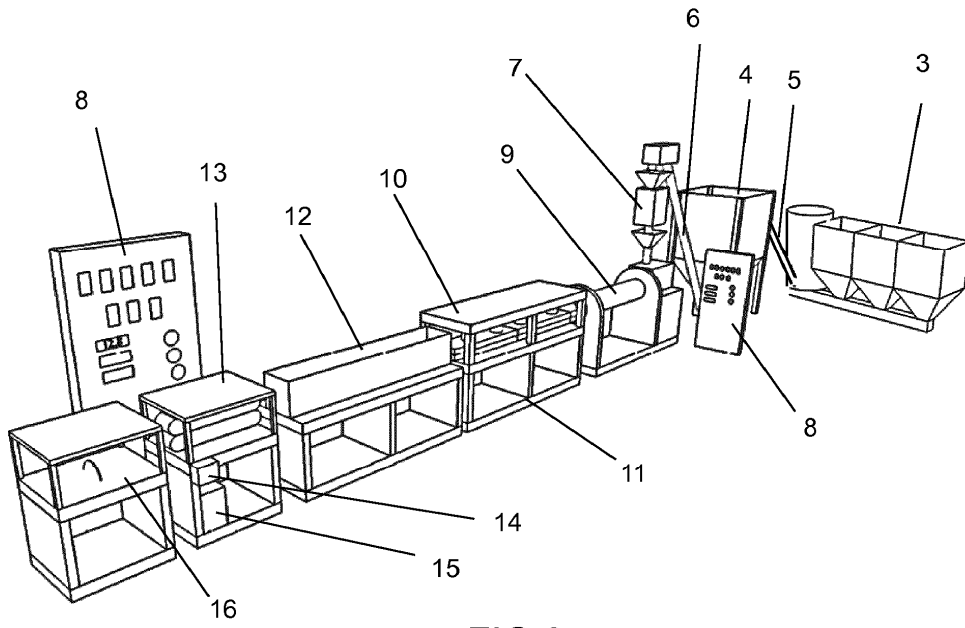


FIG 3

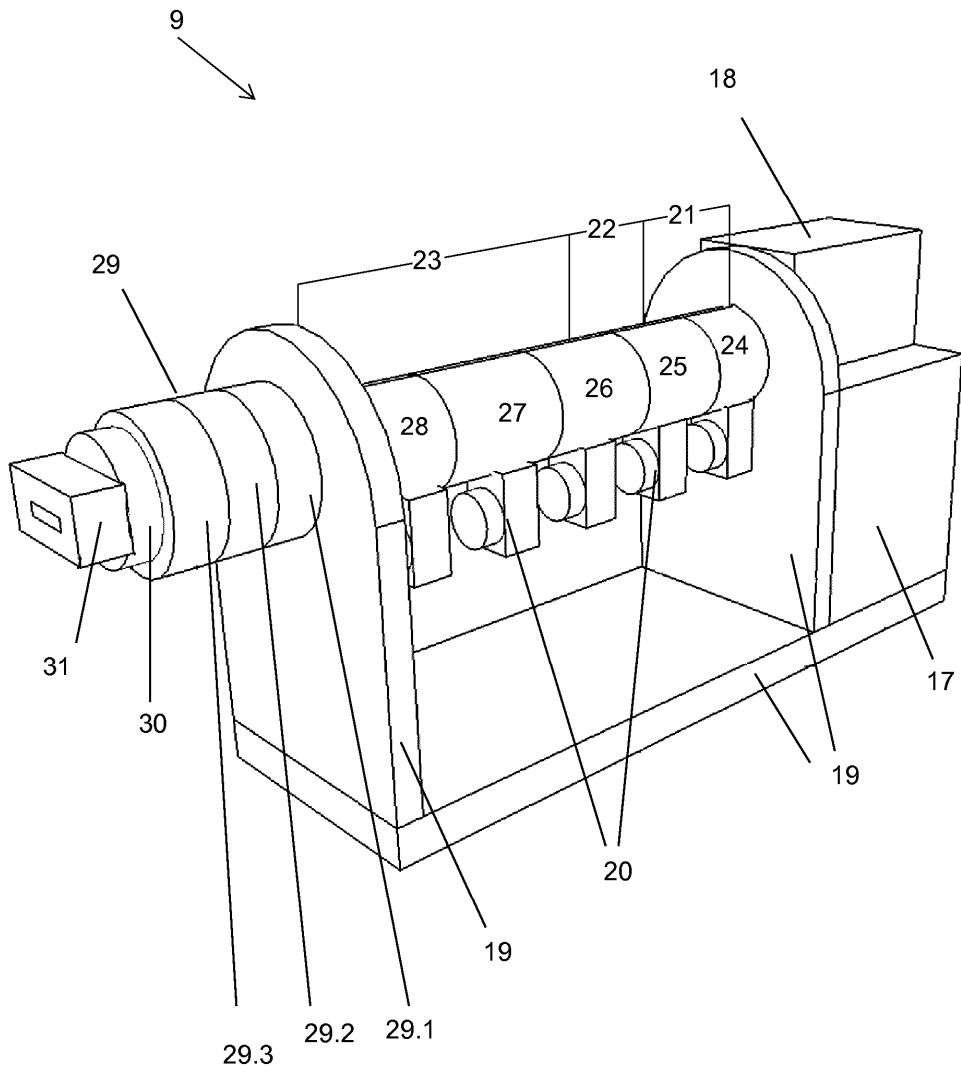


FIG 4

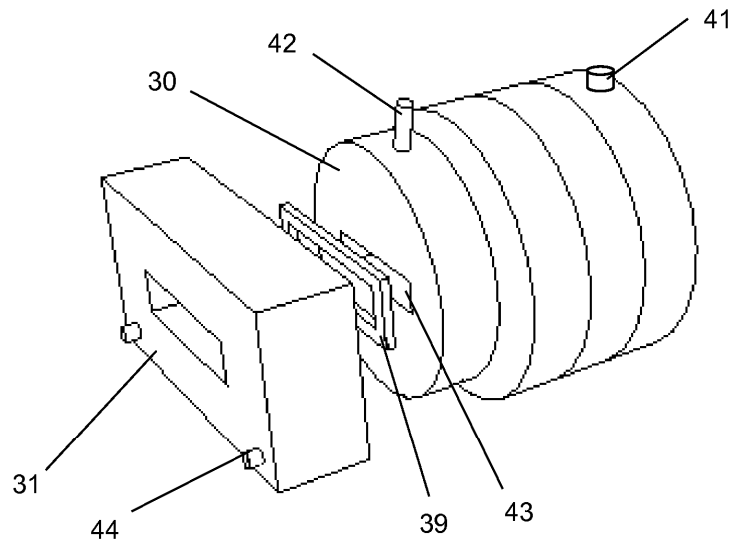


FIG 5A

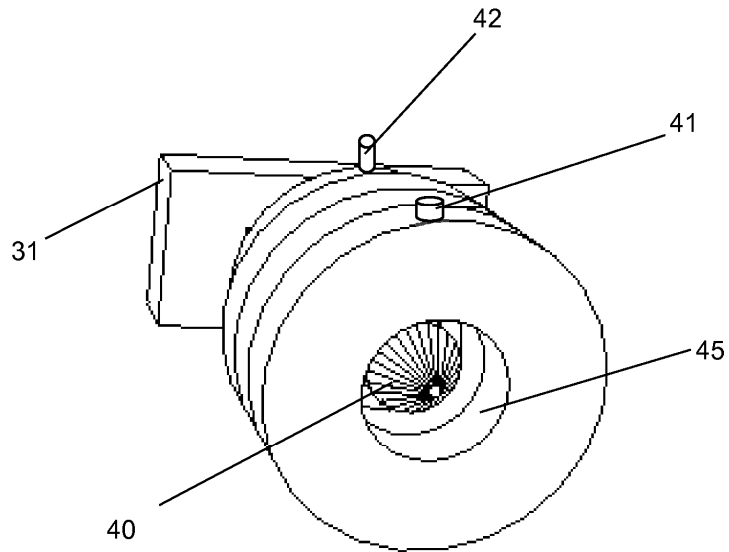


FIG 5B

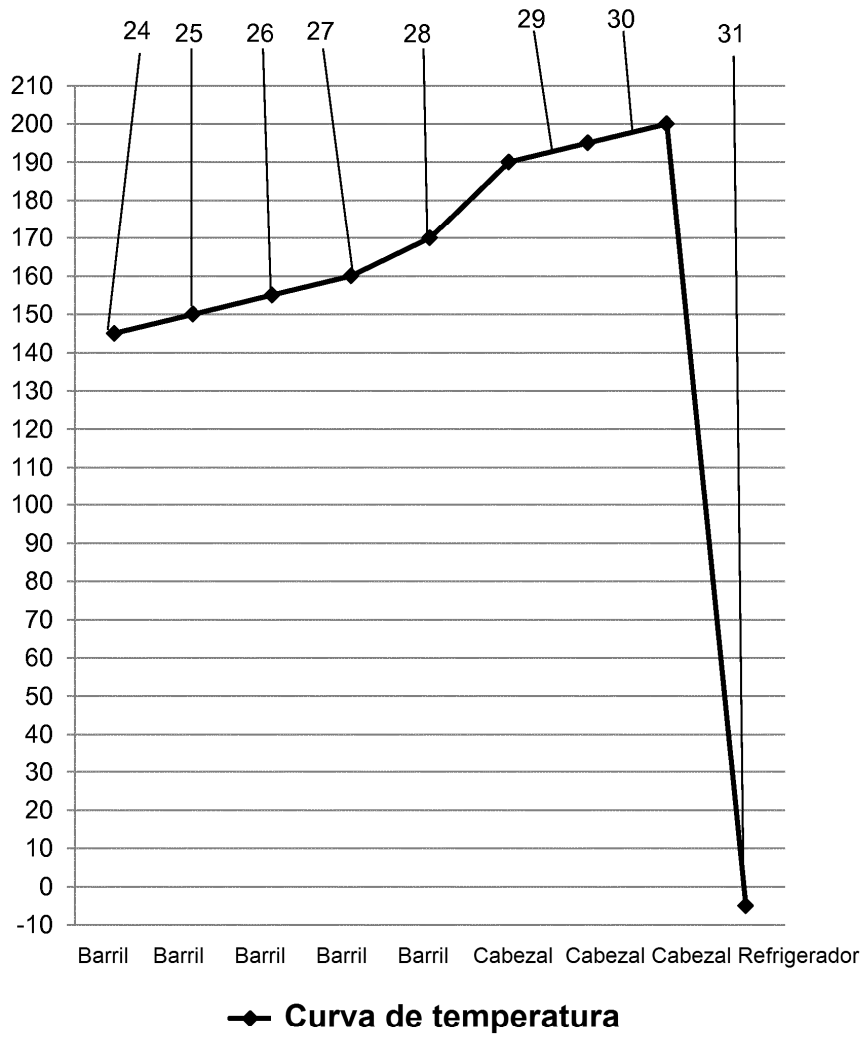


FIG 6

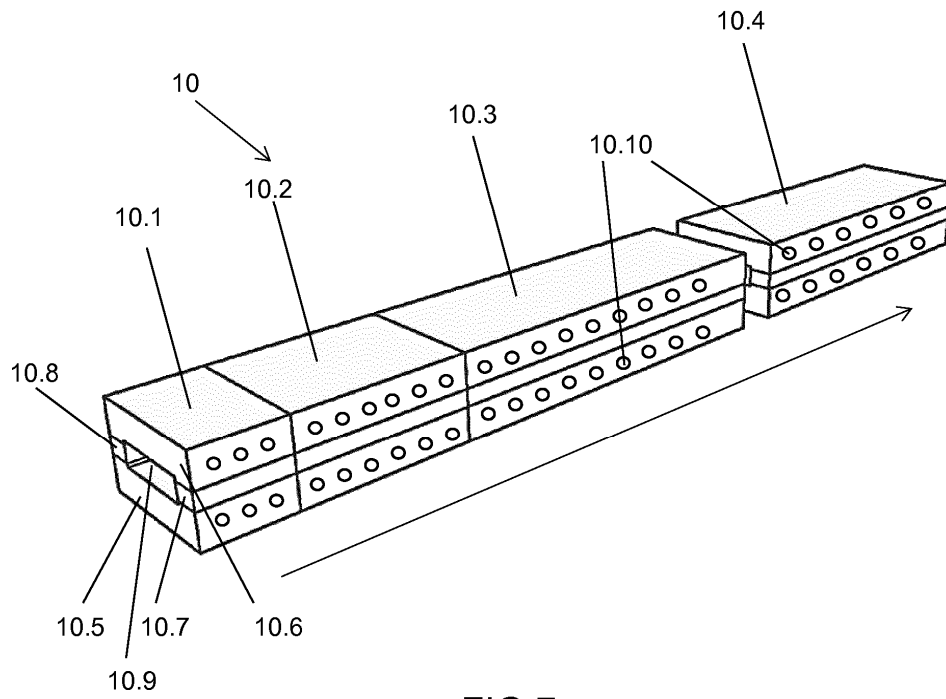


FIG 7

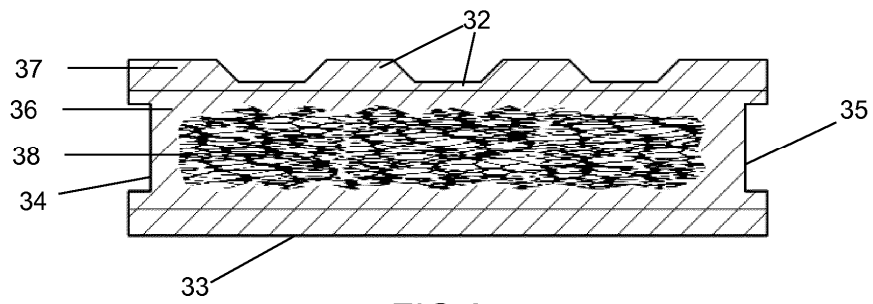


FIG 8