

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 078**

51 Int. Cl.:

B27N 3/04 (2006.01)

B29C 47/10 (2006.01)

C08J 3/20 (2006.01)

C08J 5/04 (2006.01)

B27N 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2011 E 11702385 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2013 EP 2525951**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un material polímero relleno de fibras más largas**

30 Prioridad:

20.01.2010 AT 722010

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

21.01.2014

73 Titular/es:

**EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN
UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H. (100.0%)
Freindorf Unterfeldstrasse 3
4052 Ansfelden , AT**

72 Inventor/es:

**HACKL, MANFRED;
FEICHTINGER, KLAUS;
WENDELIN, GERHARD y
REISINGER, WALTER**

74 Agente/Representante:

SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro

ES 2 439 078 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de un material polímero relleno de fibras más largas

La presente invención se refiere a un procedimiento según el concepto general de la reivindicación 1 o bien al uso de un dispositivo para la realización del procedimiento según la reivindicación 14.

5 Los materiales de relleno se mezclan de muchas formas con distintos materiales portantes. Como materiales portantes convencionales, se conocen del estado actual de la técnica, por ejemplo, los materiales sintéticos termoplásticos.

10 Un material de relleno que se aplica cada vez más con buenos resultados es la madera natural en forma de harina o de virutas cortas. También se usan fibras de papel y de celulosa como materiales de relleno para modificar las propiedades de plásticos o resinas. Estos materiales de madera se utilizan en la actualidad, por regla general, con una longitud de fibra inferior a 2 mm.

15 Además de estos materiales de relleno o fibras, existen básicamente también fibras de madera obtenidas industrialmente, por ejemplo fibras de palmas y gramíneas fibrosas como el bambú, el cáñamo, el sisal, etc. Hay que entender "madera" aquí solo en sentido figurado. Estas fibras producidas industrialmente presentan una mayor longitud y tienen por regla general una longitud superior a los 5 mm, preferentemente incluso una longitud de fibra de entre 10 y 20 mm. Existen diversos métodos para producir dichas fibras técnicas de un modo económico y reproducible con la misma forma.

20 La ventaja de las fibras más largas reside en que estas fibras más largas presentan, por ejemplo para productos acabados como perfiles, paneles, etc., unas propiedades mecánicas considerablemente mejores que las de las fibras de madera cortas de menos de 2 mm. Por lo tanto, existe una necesidad práctica de fabricar productos hechos de materiales con fibras lo más largas posible.

25 Sin embargo, dichos materiales con fibras largas son relativamente difíciles de producir. Mientras que la producción de materiales portantes con fibras cortas de menos de 2 mm no suele presentar dificultades técnicas, ni siquiera en la extrusión, la adición de fibras más largas, con una longitud por ejemplo superior a los 5 mm, en el extrusor, por ejemplo en un extrusor de un tornillo sinfín, pero también en los de doble tornillo, produce un comportamiento muy malo de alimentación o de dosificación del extrusor. Esto provoca o bien una restricción de los caudales o incluso puede llegar a ser del todo imposible la incorporación de cantidades significativas de fibras largas en el material portante.

30 Puede ser deseable la adición de fibras en una gama de entre el 10 y el 90 % en peso, lo que varía según la aplicación. Cuando no se usa o no se puede usar un polímero termoplástico como material portante o aglutinante y se emplea como material portante un plástico termoestable o una resina, hay casos de aplicación en los que se precisa un contenido de fibras de más del 70 %, en particular de entre 80 y 90 %. Precisamente con estas grandes cantidades de fibras largas, la alimentación del extrusor puede ser muy complicada y el mal comportamiento de alimentación puede afectar a la eficiencia hasta el extremo de la inviabilidad.

35 Otro problema reside en la humedad (de agua) que se introduce en el sistema a través de las fibras. Las fibras, como todas las cargas, tienen una superficie relativamente grande, en la que se pueden depositar cantidades correspondientemente grandes de humedad residual.

40 Pero una humedad residual alta afecta de forma extremadamente obstaculizante a la compactación final a temperatura más elevada, por ejemplo durante la extrusión, y limita el caudal y reduce la calidad del producto. Por ejemplo, durante la extrusión de un material portante cargado con harina de madera, dicha harina debe someterse a un presecado muy intensivo y complicado, para que, por ejemplo en tornillos sinfín dobles, se pueda llegar a conseguir a duras penas los caudales suficientes. Si la humedad es demasiado elevada, se sobrecarga la desgasificación del extrusor, lo que puede conllevar pérdida de material o una parada completa de la instalación.

45 En este contexto, hay un problema adicional en el procesamiento de materiales portantes higroscópicos y/o sensibles a la degradación hidrolítica, por ejemplo en policondensados como el poliéster, en particular el PET. En concreto, en estos materiales portantes, una humedad residual excesiva en el recipiente colector produce, especialmente a temperaturas más elevadas, una degradación hidrolítica de las cadenas de polímero y disminuye la calidad del material obtenido o del producto final. Por este motivo, es especialmente importante mantener aquí la humedad lo más baja posible.

50 Sin embargo, hay que tener en cuenta que cada presecado significa un paso adicional del procedimiento y que un presecado adicional consume tanto tiempo como energía.

Por otro lado, también es preciso tener en cuenta que es importante que las fibras contengan humedad residual, porque esta actúa como una especie de lubricante o bien mantiene elevada la flexibilidad de las fibras, lo cual es decisivo para el procesamiento. Si, por ejemplo, las fibras brutas se secan demasiado o están casi

completamente secas antes de su adición o de su procesamiento, las fibras serán muy quebradizas y se romperán con mucha facilidad incluso bajo una sollicitación mecánica reducida, es decir, durante el tratamiento en el compresor de corte o como muy tarde durante la extrusión. Con ello se acortan las longitudes de las fibras y se reducen las propiedades cualitativas del producto final, ya que la proporción de fibras largas, por ejemplo de fibras de más de 5 mm de longitud, disminuye drásticamente o bien solo quedan fibras cortas de menos de 2 mm de longitud en el producto final.

Por lo tanto, la humedad residual de las fibras brutas empleadas no debe ser demasiado elevada, ya que esto, como muy tarde durante la extrusión, afectaría negativamente al material portante o polímero o al comportamiento de extrusión. Por otro lado, la humedad residual tampoco puede ser demasiado baja, ya que en ese caso las fibras se romperían durante el procesamiento y se acabaría teniendo solo fibras cortas y, con ello, un producto final cualitativamente desventajoso.

Por consiguiente, el cometido de la invención es crear un procedimiento para la producción de un material polímero cargado con fibras más largas [de lo habitual] con una cierta longitud mínima, consiguiéndose simultáneamente con el procedimiento elevados caudales y un producto final de alta calidad, en el que particular se ha mantenido la longitud original más larga de las fibras.

Este cometido se resuelve mediante las características distintivas de la reivindicación 1.

En el procedimiento según la invención, para la producción de un material polímero cargado con fibras más largas, las fibras, de una longitud mínima superior a los 2 mm y que por lo general presentan una cierta humedad residual de entre el 5 y el 8 %, y el material portante se mezclan y calientan en un reactor, recipiente colector o compresor de corte bajo movimiento constante y, dado el caso, trituración del material portante, manteniendo siempre la capacidad de corrimiento y el estado fragmentado.

El movimiento es importante, ya que con él se evita que el material se aglomere o se pegue entre sí. Se precisa un movimiento intensivo sobre todo en los materiales sintéticos termoplásticos, ya que los materiales plásticos se ablandan y se vuelven pegajosos y se aglomeran o aglutinan a una temperatura más elevada cuando no se mezclan o se remueven constantemente. Por lo tanto, el mezclado sirve también para mantener el material de partida con capacidad de corrimiento y fragmentado dentro del recipiente colector o reactor incluso a temperaturas más elevadas.

El incremento de la temperatura sirve, por un lado, para llevar el material portante a un estado reblandecido o pegajoso, con lo que se facilita el acoplamiento de las fibras al material portante. Por lo general, aún no se produce la fusión del material. Por lo tanto, con el aumento de la temperatura se garantiza una mezcla más íntima de las fibras y el material portante y también se prepara la mezcla para la compactación adicional que le sigue, en particular para la extrusión.

Además, el aumento de la temperatura produce un cierto secado del material portante y también de las fibras, el cual, como se ha determinado arriba, es necesario para garantizar el rendimiento de paso del extrusor o para asegurar la calidad del material. Por lo tanto, con la elevación de la temperatura se elimina una cierta proporción de humedad residual y se secan las fibras.

La solicitante ha reconocido que se deben ajustar unas condiciones muy especiales en el reactor para garantizar el éxito del procedimiento.

Las fibras, al igual que el material portante, deben secarse hasta alcanzar una humedad residual lo más baja posible. No obstante, hay que detener el secado a su debido tiempo o bien no debe producir un secado completo de las fibras, sino que únicamente se debe aplicar justo hasta el punto en que las fibras siguen siendo aún lo suficientemente flexibles o dúctiles como para no romperse durante el procesamiento en el reactor y, dado el caso, durante la posterior compactación en el extrusor.

De este modo se garantiza que las fibras estén secas hasta cierto punto y que no se aporte una humedad perjudicial al extrusor, pero que aún así sean lo suficientemente flexibles como para no romperse. Gracias a esto, conservan sus longitudes y los productos finales deseados presentan las ventajas cualitativas que solo se pueden obtener con fibras largas.

Por lo tanto, hay que ponderar cuidadosamente dos requisitos opuestos: por un lado el secado y por el otro lado la longitud de fibra. La solicitante ha reconocido que los problemas conocidos del estado actual de la técnica se pueden solucionar de este modo o manteniendo las características indicadas arriba del procedimiento y del dispositivo.

Con el procedimiento según la invención, además es posible tratar las fibras directamente en el reactor, es decir, en un único paso procedimental, junto con el material portante, de modo que la mezcla y el secado se pueden efectuar en una fase de procesamiento conjunta. Con ello se suprime la necesidad de secar previamente las fibras

brutas en un paso aparte, lo que permite realizar el procedimiento de forma más eficaz y con un mayor ahorro de energía.

5 Por lo tanto, con el procedimiento según la invención se puede controlar con seguridad y con rapidez cómo deben secarse las fibras o cuándo se ha alcanzado el punto final de secado, o bien permite correlacionar ventajosamente entre sí el grado de secado con la intensidad de la mezcla o el ajuste de la temperatura necesaria.

10 Con el procedimiento según la invención, las fibras se incorporan en un material portante con la mayor suavidad posible y manteniendo su longitud, sin que las fibras se rompan al hacerlo. De este modo, es posible conseguir con este ventajoso procedimiento un material portante que lleva intercaladas fibras de una mayor longitud, estado dichas fibras distribuidas uniformemente en el material portante y estando presentes las fibras a ser posible enteras y no en fragmentos o trozos.

De las características de las reivindicaciones dependientes se derivan otras configuraciones ventajosas del procedimiento:

15 Conforme a una configuración ventajosa del procedimiento, está previsto que las fibras se sequen hasta que la humedad residual sea de entre el 1 y 2 %. Con ello, la cantidad de humedad que permanece en el producto es aún menor, pero las fibras siguen siendo suficientemente flexibles.

20 Resulta especialmente ventajoso que esté previsto que, para la mezcla y calentamiento del material portante o de las fibras, en el reactor se emplee al menos una herramienta de mezcla o de trituración, dado el caso colocada en varios niveles superpuestos, que circula o gira en particular en torno a un eje vertical, con cantos de trabajo que mezclan y dado el caso Trituran el material, produciéndose el calentamiento al menos parcialmente, en particular totalmente, mediante la aplicación de energía mecánica o fricción en el material. Con un dispositivo de este tipo, el ajuste de los parámetros se puede controlar especialmente bien.

25 Según otra configuración del procedimiento, es ventajoso que las herramientas de mezcla introduzcan a modo de espátulas el material portante o la mezcla, manteniendo siempre la presión o densidad así como la capacidad de corrimiento o estado fragmentado del material, en la carcasa de una unidad de descarga directamente conectada al reactor, preferentemente un tornillo sinfín de transporte, un tornillo sinfín de extrusor, un tornillo sinfín doble o similares, o lo inserten a presión mediante alimentación forzada. Si la alimentación se hiciese, por ejemplo, con una tolva abierta, por un lado se perdería la densidad y el material se aglutinaría inmediatamente. De este modo, ya no quedaría garantizada una entrada uniforme al extrusor.

30 Se ha comprobado sorprendentemente que el procedimiento según la invención se puede realizar de forma especialmente ventajosa con un sistema combinado de compresor de corte y de extrusor conocido del estado de la técnica, en el que el extrusor está conectado directamente a la parte inferior del reactor. Con un dispositivo de este tipo se pueden incorporar de forma muy sencilla fibras de gran longitud en un material portante de un modo suave y sin romperlas. Aquí se aprovechan varias ventajas de este sistema combinado. Por ejemplo, se efectúa una alimentación forzada del extrusor mediante las herramientas de mezcla del reactor. El tornillo sinfín conectado a continuación puede estar configurado, dependiendo del tipo de aplicación, como un tornillo sinfín de extrusor completo, el cual convierte el material tratado, dependiendo de la mezcla, o bien en un granulado o en un producto final, por ejemplo una placa o un perfil. Mediante el uso de este dispositivo se garantiza no solo que las fibras y el material portante se mezclen bien, sino también que la mezcla experimente una cierta precompactación. Al mantener la capacidad de corrimiento y al mismo tiempo la presión, se garantiza una alimentación uniforme del extrusor directamente conectado y también se evita en parte la marcha en vacío. Mediante la reducción de la humedad, es posible realizar una compactación adicional hasta la transformación en una masa fundida sin burbujas.

Por lo general, es ventajoso para mantener la capacidad de corrimiento no efectuar una fusión completa de material portante. No obstante, los materiales portantes deben poderse ablandar, al menos hasta cierto punto, a fin de garantizar una buena mezcla con las fibras.

45 Como material portante se utiliza ventajosamente un polímero o bien un material macromolecular, en particular un polímero natural, por ejemplo celulosa o lignina, o un polímero sintético, por ejemplo un plástico, preferentemente un material sintético termoplástico o un material plástico termoestable no reticulado o no endurecido, o una resina natural o sintética. También pueden emplearse como materiales portantes, por ejemplo, parafinas, ceras, aceites, etc.

50 El tratamiento ventajoso del material portante polímero, en particular un material termoplástico, se realiza en el reactor a una temperatura superior a la temperatura de transición vítrea e inferior a la gama de fusión, preferentemente a una temperatura en la que el material presente un estado ablandado. Al mismo tiempo, el material se cristaliza, seca y/o purifica o incluso, dado el caso, se puede aumentar su viscosidad. Preferentemente, el material se calienta a una temperatura dentro de la gama del punto de ablandamiento de VICAT. La temperatura de ablandamiento de VICAT se puede determinar conforme a la DIN ISO 306. Las fibras se añaden entonces al material polímero pretratado de esta manera. Cuando el material plástico se encuentra en un estado ablandado en el que el material aún no está fundido y los copos aún se hallan sueltos, la superficie ya está reblandecida y los poros

abiertos. De este modo, el material portante presenta una superficie muy elevada y las fibras pueden penetrar fácilmente en el material polímero y la mezcla se vuelve más uniforme.

5 Si se utiliza un polímero sintético termoplástico como material portante, el procesamiento del material plástico se realiza ventajosamente a una temperatura de entre 70 y 240 °C, preferentemente de entre 130 y 210 °C, dado el caso bajo un vacío ≤ 150 mbar, preferentemente ≤ 50 mbar, en particular ≤ 20 mbar, en particular entre 0,1 y 2 mbar, y los materiales plásticos permanecen en el reactor por lo general durante un tiempo de permanencia de entre 10 y 200 min, en particular de entre 40 y 120 min.

10 También se puede utilizar como material portante un polímero o resina termoestable aún no endurecido/a, empleándose dicho tipo de resinas en particular cuando se pretende que el contenido de fibra sea grande, en particular superior al 70 % en peso, preferentemente entre el 80 y 90 % en peso. Cuando la proporción de fibras es de estas magnitudes, la entrada al extrusor es especialmente crítica.

Las fibras y el material portante se pueden introducir en el reactor consecutivamente en cualquier orden, si bien en el caso de las fibras finas y que forman pelusas es ventajoso añadir primero el material portante y después las fibras. Como alternativa, también se pueden introducir las fibras y el material portante al mismo tiempo.

15 Incluso se puede añadir un material de partida tal en el que en el material portante y las fibras ya estén mezclados íntimamente entre sí o bien estén presentes en un producto de partida común. Este es el caso, por ejemplo, en las fibras de madera, ya que las fibras de madera ya están adheridas al material portante en forma de lignina y, dado el caso, también celulosa y/o pectinas. A un material de este tipo se le añade a menudo al final en el extrusor un polímero sintético, por ejemplo PP.

20 Conforme a otro paso ventajoso del procedimiento, el material se trata en el reactor bajo condiciones de vacío, en particular dentro de la gama de vacío bajo (aproximadamente entre 300 y 1 mbar) o de vacío medio [sic] (entre 1 y 10^{-3} mbar). De este modo, se favorece el secado y, si es necesario, se puede mantener la temperatura baja, lo que permite llevar a cabo el procedimiento en condiciones menos dañinas.

25 Según otra configuración ventajosa del procedimiento, es posible introducir las fibras y el material portante en el reactor al mismo tiempo y aumentar solo entonces la temperatura y mover la mezcla. Pero también es posible precalentar el material portante en el reactor y llevar, por ejemplo, su superficie a un estado ablandado y pegajoso, si bien en ese caso se debe prestar atención a que el material permanezca fragmentado. Esto permite evitar la formación de pelusas durante la adición de las fibras, lo cual es ventajoso especialmente en las fibras perjudiciales para la salud. En este caso, las fibras se adhieren inmediatamente después de la adición a la superficie pegajosa del material. En este contexto, también puede estar previsto de forma ventajosa que la adición de las fibras se realice en la zona situada por debajo del nivel o del torbellino de mezcla del material en circulación.

30 Como fibras se utilizan, por ejemplo, fibras inorgánicas u orgánicas.

35 La longitud de las fibras confiere propiedades mecánicas decisivas al producto final. De modo que para las propiedades mecánicas del producto final es ventajoso que la longitud de las fibras sea superior a 2 mm, preferentemente a 5 mm, y en particular de entre 10 y 20 mm.

Las fibras se aplican por lo general en una cantidad de entre el 10 y el 90 % en peso con relación al peso total de la mezcla.

40 La dosificación de las fibras en el reactor puede ser volumétrica o gravimétrica. La descarga de la mezcla del reactor al tornillo sinfín puede efectuarse de forma no regulada, o regulada mediante una bomba de masa fundida conectada a continuación o mediante la medición del nivel de llenado en el compresor de corte. La velocidad de rotación del tornillo sinfín de descarga o del extrusor se modifica entonces o bien mediante la presión de admisión antes de la bomba de masa fundida o mediante el nivel de llenado del compresor de corte, de tal modo que la presión o el nivel de llenado se mantienen constantes.

45 Ha resultado ser ventajoso para el tratamiento de fibras con una capacidad de flujo deficiente tanto la dosificación gravimétrica en el compresor de corte como realizar una extracción definida de la mezcla de éste, en particular cuando se genera con ello un producto final o se alimenta un extrusor conectado a continuación con el material compactado.

Para ello, son posibles varias formas de ejecución:

50 Por un lado, existe la posibilidad de realizar la compactación y la alimentación en un sistema ajeno de extrusión. Aquí se genera un material compactado y con capacidad de corrimiento con una longitud de fibra lo más larga posible. Dado el caso, pueden añadirse agentes lubricantes y otros materiales de relleno o coadyuvantes. Este material compactado se alimenta, por ejemplo, a un tornillo sinfín doble sin pérdida de la compresión. Allí se efectúa la incorporación a un polímero, por ejemplo polipropileno, en una proporción de mezcla concreta. Entonces se

obtiene por extrusión, por ejemplo, un perfil o panel. El material también se puede extruir en un molde abierto y conseguir la forma deseada mediante una prensa.

5 Por otro lado, también es posible la extrusión directa o granulación con un sistema compuesto por un reactor o compresor de corte y un extrusor. La mezcla del compresor de corte o reactor ya supone de por sí una mezcla extruible o bien se ajusta en gran medida a la formulación final. Entonces, el material se puede transformar en una barra y granularlo, o bien generar un perfil continuo.

10 Según la invención, también está previsto el uso especial del dispositivo antes mencionado para la realización del procedimiento en cuestión. Este dispositivo comprende un reactor o compresor de corte y una unidad de descarga conectada a él, preferentemente un tornillo sinfín de transporte, un tornillo sinfín de extrusor, un tornillo sinfín doble o similares, estando dispuesta en el reactor para la mezcla y calentamiento al menos una herramienta de mezcla o de trituración, dado el caso colocada en varios niveles superpuestos, que circula o gira en particular en torno a un eje vertical, con cantos de trabajo que mezclan y dado el caso trituran el material. El calentamiento se efectúa al menos parcialmente, preferentemente exclusivamente, mediante la aplicación en el material de energía mecánica o fricción. Las herramientas de mezcla introducen o transportan el material o la mezcla a modo de espátulas, manteniendo constantemente la presión o densidad así como la capacidad de corrimiento o estado fragmentado del material, en la carcasa de una unidad de descarga directamente conectada al reactor.

Se ha comprobado sorprendentemente que con el uso de un dispositivo de este tipo y manteniendo los parámetros del procedimiento se pueden lograr los resultados requeridos.

20 Se sabe que las fibras con una longitud superior a los 5 mm producen un comportamiento de alimentación o de dosificación del extrusor muy deficiente. Si, conforme a una configuración ventajosa, la mezcla precompactada que procede del compresor de corte se alimenta forzosamente a un tornillo sinfín acoplado y la temperatura se eleva a unos 160 °C poco antes del extrusor o en el extrusor, entonces el material portante obtiene las propiedades de flujo necesarias para hacer que el material sea pastoso y deformable. Mediante este procedimiento, se consigue generar, a pesar del proceso de extrusión, una estructura de fibra tridimensional uniforme, con el número correspondiente de puntos de acoplamiento entre las fibras en la pieza de trabajo. Esta estructura es esencial para diversas aplicaciones, por ejemplo en los sistemas fotovoltaicos, en la protección contra incendios, para perfiles de ventanas, en la industria del automóvil o la industria aeronáutica. Las resinas sirven como puntos de adhesión entre las distintas fibras.

30 También es posible realizar el procedimiento en un único paso o en un único reactor o en la zona de entrada de un extrusor o bien calentar, secar, cristalizar y depurar el material plástico, dado el caso ya mezclado con el material de relleno, en un único paso de trabajo, en particular en un solo reactor, y/o llevar a cabo el procedimiento con o sin presecado y/o con o sin precristalización del material plástico.

35 Además, es posible realizar el procedimiento en varias etapas, en particular en dos etapas, disponiéndose para ello dos o más recipientes colectores o reactores en serie y/o en paralelo, y pasando el material plástico, dado el caso mezclado ya con el material de relleno, por estos recipientes por orden consecutivo, aplicándose preferentemente las condiciones del procedimiento conforme a las reivindicaciones anteriores [sic] en al menos un recipiente, en particular en el primer recipiente en ser alimentado o bien el destinado al pretratamiento, llevándose el material plástico, preferentemente en un pretratamiento antepuesto, a una temperatura en particular cercana a la temperatura de proceso del tratamiento principal.

40 También es posible someter el material plástico en la primera fase a un pretratamiento, en particular bajo condiciones de vacío, mediante la aplicación de energía mecánica, calentándose con ello y secándose a una temperatura más elevada y, dado el caso, cristalizándose simultáneamente, y realizándose a continuación un tratamiento principal del material plástico en una segunda fase que precede a una eventual plastificación o fusión del material plástico, en el que el material plástico se seca y cristaliza aún más bajo movimiento, en particular bajo condiciones de vacío, nuevamente mediante la aplicación de energía mecánica, llevándose a cabo este tratamiento principal en particular a una temperatura más elevada en comparación con el pretratamiento, si bien la temperatura del tratamiento principal se mantiene en particular por debajo de la temperatura de plastificación o de fusión del material plástico.

50 Las fibras se pueden añadir tanto en el primer recipiente como el segundo. Las mezclas listas se llevan entonces de forma continua a otro recipiente, donde se realizan la mezcla, el calentamiento al punto de trabajo y la alimentación al extrusor.

Asimismo, es posible someter el material plástico al pretratamiento en flujo continuo y/o llevar a cabo el procedimiento de forma continua o discontinua o bien en proceso "batch".

55 La humedad de las fibras se puede regular mediante un dispositivo de inyección de agua montado en el compresor de corte. La presión del tornillo sinfín de descarga y el par de giro del tornillo sinfín de descarga sirven aquí de retroinformación. El par de giro del tornillo sinfín de descarga deja de ser estable cuando la humedad es demasiado elevada. Entonces, el transporte de las fibras ya no es uniforme debido a la aparición de burbujas de

vapor, las cuales obstaculizan el transporte. Cuando la humedad es demasiado baja, el par de giro aumenta debido a la disminución del efecto de transporte, causado por la creciente fricción de deslizamiento, y también aumenta la presión de la herramienta debido a la pérdida de propiedades de deslizamiento en la herramienta.

5 La invención se describe a continuación a modo de ejemplo y de forma no restrictiva mediante dos ejemplos de ejecución especialmente preferentes:

Ejemplo 1:

Fibras de madera con polipropileno

10 El procedimiento se realiza en un sistema combinado de compresor de corte y extrusor, conocido desde hace mucho tiempo del estado de la técnica, por ejemplo en una instalación VACUREMA®. Aquí está previsto un recipiente colector o compresor de corte básicamente cilíndrico, en cuyo interior están alojadas herramientas de corte o de mezcla que giran alrededor de un eje vertical, las cuales se encargan de la mezcla y, dado el caso, de la trituración del contenido del recipiente. En la zona más baja, justo por encima de la base del recipiente o bien a la altura de las herramientas de mezcla inferiores, está dispuesto un extrusor para fusión del polímero. Las herramientas de mezcla están dispuestas y operan de tal forma que introducen a presión el material en el extrusor mediante alimentación forzada. Con ello, en el compresor de corte, el material se mezcla y se calienta, pero sin fundirse, y permanece allí durante un cierto tiempo de permanencia.

15 En el presente caso, la herramienta de mezcla gira a una velocidad de unas 1.500 revoluciones por minuto. La temperatura en el compresor de corte es de aproximadamente 140 °C, aplicándose la temperatura en el material mediante la fricción de las herramientas de mezcla. Con ello, el polipropileno se encuentra en un estado reblandecido próximo a su temperatura de ablandamiento de VICAT. Sin embargo, el material sigue en estado fragmentado.

20 Las fibras de madera, con una longitud de 15 mm y una humedad residual del 6 % en peso, se añaden desde arriba y se mezclan íntimamente.

25 Tanto el polipropileno (el polipropileno puede estar en forma de material molido de productos de pared gruesa, fibras, napas o también películas) como las fibras de madera se alimentan de forma continua con un caudal de polipropileno de aproximadamente 500 k/h y un caudal de fibra de madera de unos 200 k/h. El tiempo de permanencia de los materiales en el compresor de corte es de aproximadamente 20 minutos. Con ello, la humedad de las fibras se reduce a un contenido del 1,5 %. A continuación, el material mezclado íntimamente se introduce en el extrusor y se funde allí. Entonces se efectúa el tratamiento hasta conseguir el producto final deseado.

30 En un análisis del material, se comprobó que únicamente una proporción muy reducida de las fibras estaba rota y que el 95 % de las fibras aún presentaba una longitud de más de 15 mm. Además, la calidad de producto de la matriz plástica era muy buena, en particular no se produjo ninguna formación de burbujas o decoloración.

Ejemplo 2:

Fibras de madera en madera (lignina) con polipropileno

35 El procedimiento se realiza en un dispositivo como el del ejemplo 1. Aquí se introduce de forma continua en el reactor madera triturada, que contiene entre otros lignina y fibras de madera, con un caudal de unos 60 k/h y se procesa a una temperatura de entre 124 y 128 °C, con una velocidad de rotación de las herramientas de mezcla de aproximadamente 1.900 r.p.m. durante un tiempo de permanencia de unos 15 minutos. Las fibras se secan sin romperse.

40 El material tratado de este modo se alimenta entonces de forma continua al extrusor y se mezcla allí con polipropileno fundido.

Con ello se consigue un polipropileno cargado con fibras de madera, en el que el 92 % de las fibras aún presenta una longitud de más de 15 mm.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un material polímero relleno de fibras largas, en el que las fibras, que normalmente presentan una cierta humedad residual de entre el 5 y el 8 % y una longitud mínima superior a 2 mm, y un material portante se mezcla y calienta en un reactor o compresor de corte bajo constante movimiento y, opcionalmente, trituración del material portante, manteniendo siempre la capacidad de corrimiento o estado fragmentado, **caracterizado por que** las condiciones, en particular la temperatura del reactor o del compresor de corte, se ajustan de tal modo que las fibras se secan hasta que queda la menor humedad residual posible en la que las fibras son aún lo suficientemente flexibles como para no romperse durante el procesamiento en el reactor o compresor de corte ni durante el posible compactado posterior, como por ejemplo una extrusión.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que las fibras se secan hasta que la humedad residual es de entre el 1 y el 2 %.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que, para la mezcla y el calentamiento del material portante o de las fibras, en el reactor se emplea al menos una herramienta de mezcla o de trituración, dado el caso colocada en varios niveles superpuestos, que circula o gira en particular en torno a un eje vertical, con cantos de trabajo que actúan en el material mezclándolo y dado el caso triturándolo, produciéndose el calentamiento al menos parcialmente, preferentemente totalmente, mediante la aplicación de energía mecánica o fricción en el material.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las herramientas de mezcla y/o trituración introducen el material portante o la mezcla a modo de espátulas en la carcasa de una unidad de descarga conectada directamente al reactor o compresor de corte, preferentemente un tornillo de transporte sinfín, un tornillo sinfín de extrusor o un tornillo sinfín doble, manteniendo continuamente la presión o la densidad, así como la presión de o la fluidez o consistencia del material.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que como material portante se utiliza al menos un polímero o bien un material macromolecular, en particular un polímero natural, por ejemplo celulosa o lignina, por ejemplo un plástico, preferiblemente un plástico termoplástico o un plástico duroplástico no reticulado, o una resina natural o sintética.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que las fibras y el material portante se introducen sucesivamente en el reactor o compresor de corte, añadiéndose preferentemente de antemano las fibras al material portante ya precalentado, y más preferentemente al material portante ya ablandado.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que las fibras se introducen y procesan simultáneamente con el material portante en el reactor o compresor de corte, añadiéndose en particular un material portante ya cargado con fibras, en el que el material portante y las fibras ya están presentes conjuntamente o combinados entre sí, por ejemplo madera, celulosa, lignina o pectina que ya contienen fibras de madera.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que, en particular cuando se emplea como material portante un material polímero termoplástico, el tratamiento del material se realiza en el reactor o compresor de corte a una temperatura superior a la temperatura de transición vítrea e inferior a la gama de fusión, preferentemente a una temperatura en la que el material está en un estado ablandado, preferentemente dentro de la gama del punto de ablandamiento de VICAT (conforme a DIN 306, A, 10N, 50 k/h) y el material se cristaliza, seca y/o purifica con ello preferentemente en particular en un paso conjunto.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que las fibras se aplican en una cantidad de entre el 10 y el 90 % en peso, con relación al peso total de la mezcla, si bien, cuando se usa como material portante una resina o material polímero termoestable no endurecido, las fibras se añaden en un contenido de más del 70 %, en particular de entre 80 y 90 %.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el tratamiento en el reactor o compresor de corte se efectúa bajo condiciones de vacío, en particular dentro de la gama del vacío bajo o del vacío medio.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que como fibras se utilizan fibras inorgánicas, por ejemplo de vidrio o de grafito, y/o fibras orgánicas, por ejemplo fibras de madera, en particular fibras de palma, bambú, cáñamo y/o, sisal.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que las fibras presentan una longitud superior a 5 mm, preferentemente de entre 10 y 20 mm.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que la mezcla se extrae finalmente del reactor o compresor de corte manteniendo constantemente la presión o la densidad, así como la capacidad de corrimiento o estado fragmentado, y se somete a otra compactación, por ejemplo a una extrusión.
- 5 14. Uso de un dispositivo para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, con un reactor o compresor de corte y una unidad de descarga conectado a él, preferentemente un tornillo sinfín de transporte, un tornillo sinfín de extrusor, un tornillo sinfín doble o similares, estando dispuesta en el reactor o compresor de corte para la mezcla y calentamiento del material al menos una herramienta de mezcla o de trituración, dado el caso colocada en varios niveles superpuestos, que circula o gira en particular en torno a un eje vertical, con cantos de trabajo que actúan en el material mezclándolo y dado el caso triturándolo, produciéndose el calentamiento al menos parcialmente, en particular exclusivamente, mediante la aplicación de energía mecánica o fricción en el material, y en el que las herramientas de mezcla introducen o transportan el material o la mezcla a modo de espátulas, manteniendo constantemente la presión o la densidad así como la capacidad de corrimiento o estado fragmentado del material, en la carcasa de una unidad de descarga directamente conectada al reactor o compresor de corte.
- 10