

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 840**

51 Int. Cl.:

B29C 67/24 (2006.01)

B29B 7/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2012** **E 12382499 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016** **EP 2743061**

54 Título: **Dispositivo para polimerizar lactamas en moldes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.08.2016

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH &
INNOVATION (100.0%)
Parque Tecnológico de San Sebastián, Mikeletigi
Pasalekua, 2
20009 San Sebastián (Gipuzkoa), ES**

72 Inventor/es:

**GARCÍA ARRIETA, SONIA;
MORALES DÍEZ, UNAI;
ELIZETXEA EZEIZA, CRISTINA;
DE LA CALLE LIZARAZU, M AMAIA;
HERNÁNDEZ VICENTE, JOSÉ IGNACIO;
CASADO FRANCISCO, PABLO y
LICEAGA ONTORIA, MIKEL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 579 840 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

Dispositivo para polimerizar lactamas en moldes

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a técnicas usadas en la industria química para polimerizar lactamas y, más particularmente, se refiere a un sistema para polimerizar lactamas en moldes.

10 **Estado de la técnica**

15 La polimerización de lactamas en moldes se ha usado y estudiado durante décadas. Los últimos esfuerzos para mejorar la técnica de polimerización de lactamas se han centrado en modificar el sistema catalítico (formado por activador e iniciador) para llevar a cabo la polimerización de manera controlada y selectiva. No obstante, el modo en el que se mezclan los ingredientes básicos y se alimentan al molde no se ha modificado y, todavía, es básicamente una de las dos formas siguientes:

20 En la primera forma, se preparan dos pre-mezclas independientes, la primera comprende una mezcla del activador y una fracción de la lactama; y la segunda consiste en el iniciador y la fracción restante de la lactama. Posteriormente, se combinan ambas pre-mezclas para llevar a cabo la polimerización.

Las técnicas anteriores permiten producir partes seriadas de una composición, pero no resultan apropiadas en la fabricación continua de partes no seriadas, por ejemplo con tamaños y/o geometrías individuales, características o composiciones diferentes.

25 La segunda forma se describe en la solicitud de patente europea EP2338665A1, que describe un proceso y un dispositivo para polimerizar lactamas en moldes, en el que la lactama, el activador y el iniciador se alimentan y dosifican de forma independiente en un cabezal mezclador que alimenta un molde. El proceso descrito para polimerizar lactamas puede estar catalizado por un gran grupo de iniciadores y activadores, siendo algunos de ellos sólidos. Algunos iniciadores y activadores se deben fundir y mantener a temperaturas elevadas durante todo el proceso. El dispositivo descrito para moldear lactamas es versátil para un gran grupo de iniciadores y activadores. Dicha versatilidad hace que el uso del dispositivo resulte difícil, ya que se requieren medios de calentamiento en todos y cada uno de los elementos de dosificación del circuito a través de los cuales pasa cada uno de esos materiales (iniciadores y activadores). Los tres componentes (lactama, activador e iniciador) del proceso de polimerización se dosifican por separado. Esto conduce a dos de las ventajas del proceso descrito: (1) se garantiza la estabilidad en el tiempo y (2) se permite una dosificación (en %) diferente de cada componente para cada tipo de piezas o partes objeto de fabricación.

40 No obstante, se ha observado que la fusión y la dosificación del activador y del iniciador a temperaturas elevadas resultan difíciles. Además, se deben añadir ambos materiales a la mezcla en porcentajes muy específicos, lo que complica su correcta dosificación por medio de las bombas con engranaje convencionales. Además, debido a que los iniciadores sólidos y los activadores deben ser fundidos a temperaturas más elevadas que temperatura ambiente, y su estado fundido presenta viscosidades que dependen de la temperatura, se debe mantener su temperatura de forma constante y precisa durante todo el proceso de dosificación.

45 Los diferentes elementos del dispositivo descrito en el documento EP2338665A1 se calientan cada uno de manera independiente del resto, por medio de sistemas de calentamiento individuales, ya sean sistemas eléctricos basados en resistencias o ya sea por medio de fluidos térmicos. No obstante, el calentamiento individual de esos elementos provoca un *área fría* en el elemento de conexión (por medio de válvulas, tuercas o cualesquiera otros elementos de conexión) entre cada para de elementos. Por ejemplo, la caprolactama se vuelve sólida a una temperatura por debajo de 70 °C, y estos *puntos fríos* pueden producir enfriamiento y solidificación posterior del monómero, produciendo de este modo la obstrucción de los sistemas de dosificación. En Composites Parte A, vol 34, n.º 7, 203, Applied Science and manufacturing, Elsevier Science Publisher, Amsterdam, se describe en la página 507 un depósito de lactama con sujeciones y bomba dentro de una estufa.

55 En suma, se necesita un dispositivo que permita solucionar de manera eficaz, los problemas mencionados anteriormente de los procesos convencionales para polimerizar lactamas en moldes.

60 **Descripción de la invención**

Es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo para polimerizar lactamas en moldes, en el que los tres componentes de la reacción de polimerización (lactama, iniciador y activador) se alimentan y se dosifican en un cabezal mezclador, de manera independiente unos de otros, siendo el iniciador y el activador líquidos a temperatura ambiente.

65

De acuerdo con la reivindicación 1 de la presente invención, se proporciona un dispositivo para polimerizar lactamas en moldes, que comprende: un depósito para almacenar la lactama, en el que dicho depósito se mantiene a una temperatura que varía dentro del intervalo de 135-150 °C para fundir la lactama y mantenerla en estado fundido; un medio de alimentación de lactama que comprende tuberías de dosificación para alimentar la lactama desde el depósito; un primer medio de dosificación para alimentar un iniciador; un segundo medio de dosificación para alimentar un activador; un cabezal mezclador configurado para recibir la lactama, el iniciador y el activador desde respectivamente dicho medio de alimentación de lactama, dicho primer medio de dosificación y dicho segundo medio de dosificación, presentando el cabezal mezclador tres entradas independientes para la recepción, de manera independiente, de la lactama, el iniciador y el activador, para permitir que dicha lactama, el iniciador y el activador fluyan respectivamente en el interior del cabezal mezclador sin mezclarse unos con otros hasta alcanzar la salida del cabezal mezclador; y una tubería mezcladora ubicada en la salida de dicho cabezal mezclador y configurada para poner la lactama, el iniciador y el activador en contacto por primera vez, de manera que se mezclen. El iniciador y el activador son líquidos. Los citados depósito y medio de alimentación de lactama se encuentran ubicados dentro de una estufa configurada para mantener la temperatura de la lactama en un valor sustancialmente constante hasta que se alcance el cabezal de mezcla.

En una realización preferida, el medio de alimentación de lactama comprende una bomba configurada para bombear la lactama desde el depósito y para dosificarla hacia el cabezal mezclador, estando la bomba ubicada dentro de la estufa. De manera más preferible, el dispositivo también comprende un motor para controlar la dosificación de la bomba, estando el motor fuera de dicha estufa y unido a la bomba por medio de un eje que pasa a través de una pared de dicha estufa.

Preferentemente, el medio de alimentación de lactama comprende un medidor de presión configurado para detener la bomba en caso de sobre-presión, estando dicho medidor de presión ubicado en el interior de dicha estufa, manteniendo de este modo la temperatura de dicho medidor de presión en un valor sustancialmente constante. En una realización particular, el medidor de presión comprende además un conector eléctrico alojado en una capa aislante de la estufa.

Preferentemente, el medio de alimentación de lactama comprende además una válvula de alivio configurada para ser activada de forma mecánica con el fin de eliminar la lactama en caso de superarse una presión de trabajo máxima, estando dicha válvula de alivio ubicada en el interior de dicha estufa, manteniendo de este modo la temperatura de dicha válvula de alivio en un valor sustancialmente constante.

Preferentemente, el medio de alimentación de lactama comprende una válvula de tres vías ubicada entre el depósito y la bomba, para permitir la comunicación del flujo de material desde el depósito hasta la bomba, o desde el depósito hasta una tubería de drenaje para la limpieza del depósito, estando dicha válvula de tres vías ubicada dentro de dicha estufa, manteniéndose de este modo la temperatura de dicha válvula de tres vías en un valor sustancialmente constante. En una realización particular, la válvula de tres vías comprende además un medio de activación ubicado fuera de la estufa, estando el medio de activación unido a la válvula de tres vías por medio de un eje que pasa a través de un pasamuros de una pared de la estufa.

Preferentemente, el dispositivo comprende una válvula antirretorno configurada para abrirse cuando la bomba se encuentra en operación y para cerrarse cuando la bomba se detiene, evitando el goteo, una vez que se ha completado la dosificación de la lactama, estando dicha válvula antirretorno ubicada en una capa aislante de dicha estufa.

Preferentemente, el cabezal mezclador comprende una entrada radial para la lactama, una primera entrada para el iniciador y una segunda entrada para el activador, estando la primera entrada conectada a una primera tubería y la segunda entrada a una segunda tubería, de manera que el flujo de lactama penetra en el cabezal mezclador en dirección perpendicular al eje de salida, mientras que el iniciador y el activador penetran en dirección paralela, de forma que el iniciador y el activador salgan (y entren en la tubería mezcladora) por la parte central del cabezal mezclador, mientras que el flujo de lactama lo haga por la parte del perímetro.

Preferentemente, el primer medio de dosificación para alimentar el iniciador comprende un impulsor de jeringuilla unido a la primera entrada del cabezal mezclador.

Preferentemente, el segundo medio de dosificación para alimentar el activador comprende un impulsor de jeringuilla unido a la segunda entrada del cabezal mezclador.

Preferentemente, el cabezal mezclador se encuentra atemperado por medio de resistencias planas, con el fin de evitar la solidificación de la lactama y con el fin de mantener la temperatura de la mezcla bajo control.

Preferentemente, la tubería mezcladora es un mezclador estático.

Durante el uso, preferentemente la temperatura dentro del dispositivo de calentamiento se encuentra entre 100 °C y 115 °C.

Preferentemente, el dispositivo comprende una resistencia eléctrica que rodea el depósito, configurada para aumentar la temperatura de la lactama del interior del depósito de manera que la lactama alcance una temperatura entre 135 °C y 150 °C.

- 5 Ventajas adicionales y características de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue y se destacarán de manera particular en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

- 10 Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran una realización de la invención, que no debería interpretarse como limitante del alcance de la invención, sino únicamente como un ejemplo para llevar a cabo la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

- 15 La Figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un dispositivo de acuerdo con una realización de la presente invención.

- 20 La Figura 2 muestra la sección de salida del cabezal mezclador hacia el mezclador, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción de un modo de llevar a cabo la invención

- 25 En el presente texto, el término "comprende" y sus derivaciones (tales como "comprender", etc.) no debería interpretarse en sentido excluyente, es decir, estos términos no deben interpretarse como que excluyen la posibilidad de que lo que se describe y se define pueda incluir elementos adicionales, etapas, etc.

- 30 En el contexto de la presente invención, el término "aproximadamente" y los términos de su familia (tales como "aproximado", etc.) deberían entenderse como valores indicativos muy próximos a los que acompañan al término anteriormente mencionado. Es decir, se debería aceptar una desviación dentro de los límites aceptables a partir de un valor exacto, ya que la persona experta en la técnica comprenderá que dicha desviación a partir de los valores indicados resulta inevitable debido a las imprecisiones de la medición, etc. Lo mismo resulta aplicable a los términos "aproximadamente", "alrededor" y "sustancialmente".

- 35 No debe interpretarse la siguiente descripción en sentido limitante sino que se proporciona únicamente con el fin de describir los amplios principios de la invención. A modo de ejemplo, se describirán las siguientes realizaciones de la invención, haciendo referencia a los dibujos anteriormente mencionados que muestran los aparatos y los resultados de acuerdo con la invención.

- 40 El procedimiento para polimerizar lactamas de la presente invención comprende: alimentar, en un cabezal mezclador, una lactama, un activador y un iniciador, en el que el activador y el iniciador son líquidos a temperatura ambiente. La lactama, el iniciador y el activador se alimentan de forma independiente en el cabezal mezclador.

- 45 La lactama puede seleccionarse, por ejemplo, entre el grupo que comprende β -lactama, γ -lactama, δ -lactama, ϵ -lactama y lauro lactama, etc.

- El iniciador puede ser isocianatos y sus derivados, así como también acil-lactamas, ureas y carboimidias, con la condición de que sean líquidos a temperatura ambiente.

- 50 El activador puede ser lactamatos de metales alcalinos tales como sales de metales de sodio o magnesio, hidratos, hidróxidos y aminas de metal u otros compuestos organometálicos, con la condición de que sean líquidos a temperatura ambiente.

- 55 El control de las propiedades mecánicas del material moldeado se logra actuando sobre la concentración del sistema de catalizador (activador e iniciador) y/o la combinación de varias lactamas, y las condiciones de proceso y pos-proceso.

- 60 A continuación, se describe un dispositivo para polimerizar lactamas en moldes. Se introduce la lactama en un depósito calentado, en el que se funde. Una vez fundida, la lactama se lleva del depósito a un cabezal mezclador, a través de un sistema de dosificación y bombeo, todo ello calentado. La lactama fundida penetra en el cabezal mezclador al mismo tiempo que el iniciador y el activador, que se colocan en dos dispositivos de dosificación independientes (preferentemente dosificación por medio de un pistón a temperatura ambiente). El iniciador y el activador penetran en el cabezal mezclador a través de dos tuberías independientes, que pasan a través del mismo hasta que se alcanza el exterior, donde se encuentra colocado un mezclador estático. Es en la entrada de este mezclador estático donde los tres componentes (lactama, iniciador y activador) entran en contacto por primera vez, mezclándose los tres componentes cuando pasan a través de sus hélices internas y saliendo fuera del mezclador estático en estado completamente mezclado.
- 65

Un problema solucionado por el dispositivo de la invención está relacionado con la dificultad para fundir y dosificar tanto el iniciador como el activador a temperaturas elevadas. Ambos materiales se deben añadir a la mezcla en porcentajes específicos (por ejemplo, dentro del intervalos de 0,5-2 % en peso con respecto al peso de lactama), lo que hace difícil su correcta dosificación mediante medios de bombeo con engranaje. Además, como ya se ha explicado, los iniciadores y activadores sólidos se deben fundir a temperaturas mayores que la temperatura ambiente. Además, cuando se funden, estos iniciadores y activadores presentan viscosidades que dependen de la temperatura. Como consecuencia de ello, la temperatura de estos materiales debe ser constante y precisa en el curso de todo el proceso de dosificación.

De este modo, se usan sistemas catalíticos (iniciadores y activadores) que son líquidos y estables a temperatura ambiente. Esto permite simplificar el proceso de polimerización y el moldeo de lactamas y simplificar el dispositivo usado para ello. Esta simplificación implica una reducción importante en el número de elementos que forman el dispositivo, principalmente elementos térmicos, el número de contenedores y tuberías de dosificación. Además, el nuevo dispositivo, basado en elementos más simples, permite una dosificación más exacta de cada componente, gracias al medio de control basado en un software que calcula de manera automática los parámetros de funcionamiento del dispositivo (velocidades y tiempos de funcionamiento de los sistemas de dosificación) a partir del volumen final de la parte o pieza objeto de fabricación y de los porcentajes de lactama, iniciador y activador que se van a usar.

Haciendo referencia a la Figura 1, se muestra un diagrama esquemático que muestra un dispositivo de acuerdo con una realización de la invención. El sistema 10 comprende un depósito de lactama 20 para almacenar la lactama. Preferentemente, el depósito 20 mantiene la lactama bajo una atmósfera inerte tal como, por ejemplo, una atmósfera de nitrógeno, que es alimentada a través de la parte superior 11 del depósito, y preferentemente a una temperatura entre 135-150 °C. Desde el depósito 20, la lactama es dosificada a un cabezal mezclador 50, que se describe con más detalle a continuación.

La lactama se lleva al cabezal mezclador 50 a través del sistema de alimentación descrito a continuación. La dosificación de la lactama desde el depósito 20 hasta el cabezal mezclador 50 se logra por medio de un sistema de bombeo. El sistema de bombeo comprende una bomba 23. En una realización particular, la bomba es una bomba con engranaje volumétrica.

El sistema de bombeo también comprende un motor 26. La dosificación de la bomba 23 está controlada por medio del motor 26, que es capaz de regular tanto la velocidad de giro (control de flujo) como el número de vueltas (control de volumen). El motor 26 se encuentra colocado fuera de la estufa (que se introduce y describe a continuación en el presente texto). De manera opcional, el sistema de bombeo también comprende un reductor de velocidad instalado en el motor 26.

Preferentemente, el dispositivo (sistema 10) comprende un medio de seguridad para proporcionar protección frente a la sobre-presión. Se introducen en el sistema de alimentación y son: un medidor de presión 27 configurado para detener la bomba 23 en el caso de sobre-presión; y/o una válvula de seguridad (o válvula de alivio) 28 configurada para ser accionada mecánicamente para liberar la lactama líquida en el caso de exceder una presión de trabajo máxima. En una realización preferida, la presión de trabajo máxima queda establecida en alrededor de 5 bares. El medidor de presión 27 actúa como protección para la bomba frente a la sobre-presión que podría tener lugar. El objetivo es que, si tiene lugar la sobre-presión debido a la obstrucción o al fallo de operación del circuito, el medidor de presión 27 comunica con la bomba y apaga el motor. La válvula de alivio 28 actúa también como protección frente a la sobre-presión.

Además, preferentemente el dispositivo comprende una válvula de tres vías 22 ubicada entre el depósito 20 y la bomba 23, para permitir la comunicación del flujo de material desde el depósito 20 hasta la bomba 23, o desde el depósito 20 hasta una tubería de drenaje 12 que permite la limpieza del depósito (20). Preferentemente, la válvula de tres vías 22 comprende un eje alargado, de tal forma que puede pasar a través del pasamuros de la estufa 21, permitiendo de este modo que el medio de accionamiento se encuentre ubicado fuera de la estufa (no descrita aún).

El último componente del sistema de alimentación antes de la entrada del cabezal mezclador 50 es una válvula antirretorno 29 que se encuentra configurada para abrirse cuando la bomba se encuentra en operación y para cerrarse, evitando el goteo, una vez que se ha completado la dosificación de la lactama (bomba en posición de descanso). El objetivo de la presente válvula antirretorno 29 es evitar que la lactama lixivie una vez que la bomba se ha detenido. Preferentemente, la presente válvula antirretorno 29 está construida en el aislamiento de la estufa 21 (no descrita aún) y está calentada por medio de una resistencia que preferentemente adopta la forma de una abrazadera.

Los elementos descritos anteriormente (depósito 20, bomba 23, sistema de seguridad (medidor de presión 27 y/o válvula de seguridad 28), válvula antirretorno 29 y sistema de alimentación de lactama en general), están ubicados dentro de una estufa 21 configurada para mantener todos los elementos que se encuentran en contacto con la lactama a una temperatura entre 100 °C y 115 °C. A dichas temperaturas, se evita la solidificación de la lactama debida al enfriamiento (la solidificación de la lactama tiene lugar a aproximadamente 70-80 °C). Como ya se ha

mencionado, el motor 26 se coloca fuera de la estufa 21.

Por otra parte, el iniciador y el activador se colocan en los respectivos dispositivos de dosificación 30 40, que son independientes uno de otro. En una realización preferida, estos dispositivos de dosificación 30 40 son bombas de pistón (émbolo), tales como impulsores de jeringuilla ubicados cerca del cabezal mezclador 50, como se muestra en la figura 1. Los impulsores de jeringuilla están formados por un motor que hace rotar un eje en cuya parte final se encuentra fijado el émbolo (pistón) de la jeringuilla. Se usan dos impulsores de jeringuilla, uno por componente (iniciador y activador). Los dispositivos de dosificación 30 40 se encuentran fuera de la estufa 21. Se encuentran a temperatura ambiente. Por medio del control del avance del pistón, se controlan el caudal y el volumen de las dosificaciones. Con el fin de unir las jeringuillas al cabezal mezclador 50, se usan mangueras flexibles, por ejemplo fabricadas de silicona. Aparte de permitir el control preciso de la dosificación, los impulsores de jeringuilla se recomiendan debido a que sus elementos que se encuentran en contacto con el activador y el iniciador (jeringuillas de plástico y mangueras de silicona) son desechables. Esto soluciona el problema de la limpieza de los mismos. De este modo, el control de la dosificación es independiente y resulta posible modificar la proporción entre estos componentes.

El control de dosificación exacto se logra por medio de un eje unido a un motor con un codificador. Por tanto, se regula el caudal por medio de la velocidad de giro del motor y se regula el volumen de dosificación por medio del codificador basado en el número de vueltas.

Como ya se ha mencionado, la lactama fundida penetra en el cabezal mezclador 50 al mismo tiempo que el iniciador y el activador. Los tres materiales (lactama, iniciador y activador) fluyen a lo largo de tuberías independientes 52 53 54 al interior del cabezal mezclador 50 hasta que se alcanza la salida del cabezal mezclador 50. Se coloca un mezclador estático 51. Es en la entrada del presente mezclador estático 51 donde los tres componentes (lactama, iniciador y activador) se encuentran en contacto por primera vez, mezclándose los tres componentes cuando pasan a través de sus hélices internas y salen del mezclador estático completamente mezclados.

El cabezal mezclador 50 es tri-componente, es decir, tiene tres entradas independientes y una sola salida. Preferentemente, el cabezal mezclador 50 se encuentra atemperado por medio de resistencias planas, con el fin de evitar la solidificación de la lactama y de mantener la temperatura de la mezcla (temperatura de colada) bajo control.

La proporción de mezcla de cada uno de los tres componentes se controla fijando los caudales de la bomba de lactama 23 y de los medios de dosificación de émbolo 30 40 (para el activador y el iniciador), de tal forma que la relación entre los tres caudales coincida con la relación de mezcla requerida para la correcta polimerización.

Preferentemente, el cabezal mezclador está hecho de acero inoxidable. También preferentemente, está formado por dos partes: soporte de cabezal a través del cual se introduce la lactama en sentido lateral (en sentido radial con respecto al eje del mezclador) y el eje del cabezal a través del cual se introduce el sistema catalítico (activador e iniciador) por la parte superior. Las tuberías que se encuentran en contacto únicamente con el activador e iniciador se pasan a través de dos orificios en la parte superior. Estos se ilustran en la figura 1.

Se pretende que el cabezal tri-componente conduzca los flujos de los tres materiales, lactama, activador e iniciador hasta el mezclador estático sin que entren en contacto. El flujo de lactama penetra en el cabezal mezclador en dirección perpendicular al eje de salida mientras que el iniciador y el activador penetran en dirección paralela. El objetivo es que el sistema catalítico (iniciador y activador) salga por la parte central del cabezal mezclador mientras que el flujo de lactama lo haga por la parte de perímetro, como se muestra en la figura 2. Los materiales entran en contacto unos con otros únicamente cuando se encuentran fuera de la presente pieza y comienzan a penetrar en la tubería mezcladora.

Debido al hecho de que se ha usado un mezclador estático y no existen cabezales comerciales de tres entradas en el mercado, se ha implementado un nuevo cabezal de tres entradas.

Los tres componentes (lactama, iniciador y activador) se mezclan dentro del mezclador estático 51, que se encuentra ubicado en la salida del cabezal mezclador 50. El cabezal mezclador 50 descarga su contenido a este mezclador estático 51. Un experto en la materia comprenderá que el mezclador 51 es estático porque sus hélices no se mueven (no son propulsoras). Preferentemente, el mezclador estático 51 presenta en su interior una configuración geométrica que combina un número definido de hélices, que se encuentran colocadas formando un ángulo de 90° con respecto a la siguiente. La mezcla resultante es conducida al molde pre-calentado (a aproximadamente 170-180 °C), en el que se produce la reacción de polimerización. El proceso de moldeo se lleva a cabo a baja presión (de 0 a 3 bares) de acuerdo con el volumen, geometría de la parte a obtener y tiempo de llenado esperado; la temperatura precisa del molde depende de la velocidad de reacción esperada y del porcentaje de catalizador e iniciador usados.

El control de todos los componentes, ya sea eléctrico o neumático, está centralizado en un medio de control, por ejemplo una cabina eléctrica, en la que ha sido instalado un ordenador que tiene un software de control específico. Este medio de control no se ilustra en la figura 1. El ordenador usado para el control de todos los elementos del

proceso permite el control de las resistencias de temperatura y del motor de la bomba. También monitoriza las señales de presión del sistema de alimentación de la lactama y el nitrógeno en el interior del depósito, y la señal de temperatura del molde.

5 Volviendo al medio de calentamiento usado para mantener atemperado el sistema a través del cual fluye la lactama, se ha usado una estufa 21, dentro de la cual se han colocado todos los elementos no eléctricos del medio de alimentación de la lactama. Estos elementos *no eléctricos* son: depósito, válvulas, bomba, tuberías de dosificación y otros elementos de seguridad. Los elementos colocados dentro de la estufa 21 que requieren control eléctrico (y así normalmente no soportan temperaturas mayores que aproximadamente 110 °C) han sido adaptados de tal forma que su parte eléctrica se coloca fuera de la estufa 21, a través de los pasamuros de las paredes de la estufa 21, tales como:

- 15 - Pasamuros para accionar el control de la válvula de tres vías.
- Pasamuros para la conexión entre el cuerpo de la bomba y el motor.
- Pasamuros para el cable medidor de presión.

Preferentemente, también hay pasamuros en la estufa para:

- 20 - La conexión entre el medio de alimentación de lactama y el cabezal mezclador.
- La tapa superior del depósito de lactama.
- El cable de potencia de la resistencia del depósito de lactama.
- El vaciado del depósito de lactama.

25 Con el fin de conseguir el calentamiento adicional de la lactama dentro del depósito 20, se coloca una resistencia eléctrica 25 dentro de la estufa 21, rodeando al depósito 20. Esto permite aumentar la temperatura de la lactama en el interior del depósito (que de este modo alcanza una temperatura dentro del intervalo de 135-150 °C).

30 La resistencia 25 permite aumentar la temperatura de la lactama, al tiempo que se mantiene la temperatura de los componentes restantes que se encuentran dentro de la estufa 21 a una temperatura de aproximadamente 110 °C. Con la resistencia 25, la temperatura de la lactama dentro del depósito 20 alcanza valores dentro del intervalo de 135-150 °C.

35 Debido a la reacción de los materiales con la humedad, oxígeno o debido a su baja estabilidad a temperatura elevada, no se recomiendan elementos de medición tales como medidores de flujo o válvulas proporcionales controladas por PID, ya que estos elementos son frágiles y, en caso de degradación o solidificación del material, dichos elementos de medición podrían fallar o romperse.

40 Como consecuencia de ello, es necesario seleccionar componentes mecánicos robustos, que además resulten fáciles de limpiar en caso de degradación o solidificación del material, por medio de la aplicación de calor, mediante el uso de disolvente o por medio del uso de otros sistemas de limpieza.

45 Por otra parte, se requiere el uso de materiales desechables para aquellos elementos para los cuales se necesitan condiciones óptimas de limpieza y la limpieza de los mismos resulta complicada. Esto se aplica a los materiales usados en los elementos de dosificación en el sistema catalítico (activador e iniciador).

Ejemplos de diferentes elementos del dispositivo

Ejemplo 1

50 Si se pretende moldear una pieza de poliamida 6 de 1,03 kg en 10 segundos (tiempo de llenado del molde) en la que la relación de mezcla es: 100 partes de lactama (en particular, caprolactama), 2 partes de iniciador y 1 parte de activador, el procedimiento se describe a continuación.

55 Se llena el depósito 20 con caprolactama y los impulsores de jeringuilla 30 40 se llenan respectivamente con iniciador y activador. Se programa la estufa 21 a 115 °C y la resistencia del depósito 25 a 135 °C. La resistencia del cabezal mezclador se encuentra programada para calentar a 115 °C.

60 Una vez que se ha fundido la caprolactama, se activan los tres sistemas de dosificación (caprolactama, iniciador y activador). La bomba de engranaje dosifica la caprolactama desde el depósito 20 a través de las tuberías, hasta el cabezal mezclador 50 con un caudal constante y continuo de 100 g/s durante 10 segundos.

65 Al mismo tiempo/en paralelo, los impulsores de jeringuilla dosifican el activador y el iniciador a través de las tuberías de silicona (tuberías) hasta el mezclador estático, con un caudal constante y continuo de 2g/s de iniciador y 1g/s de activador.

5 Los tres flujos de caprolactama, iniciador y activador se encuentran en contacto unos con otros por primera vez en la entrada de la tubería mezcladora estática (mezclador estático 51), para obtener una mezcla homogénea y que mantiene constante la proporción de mezcla en su salida. Esta salida se encuentra conectada al molde calentado a 170 °C, que se llena de forma continua y en los mismos 10 segundos durante los cuales tiene lugar la dosificación de los tres componentes. Una vez que ha tenido lugar la reacción dentro del molde, la mezcla se vuelve sólida y la pieza de poliamida 6 es extraída fuera del molde.

Ejemplo 2

10 Una vez que ha concluido el proceso descrito en el ejemplo 1, y sin necesidad de apagar la máquina, limpiarla o introducir materia prima nueva (caprolactama, iniciador o activador), se fabrica una segunda pieza de poliamida 6, que tiene un peso de 205 g, en 4 segundos (tiempo de llenado del molde) en la cual la proporción de mezcla es: 100 partes de caprolactama, 1,5 partes de iniciador y 1 parte de activador.

15 Se activan los tres sistemas de dosificación (caprolactama, iniciador y activador). La bomba de engranaje dosifica la caprolactama desde el depósito 20 a través de las tuberías, hasta el cabezal mezclador 50 con un caudal constante y continuo de 50 g/s durante 4 segundos.

20 Al mismo tiempo/en paralelo, los impulsores de jeringuilla dosifican el activador y el iniciador a través de tuberías de silicona (tuberías) hasta el mezclador estático, con un caudal continuo y constante de 0,75 g/s de iniciador y 1 g/s de activador.

25 Como en el ejemplo 1, los tres flujos de caprolactama, iniciador y activador se encuentran en contacto entre ellos por primera vez en la entrada de la tubería mezcladora estática (mezclador estático 51), para obtener una mezcla homogénea y que mantiene constante la proporción de mezcla en su salida. Esta salida se encuentra conectada con el molde calentado a 165 °C, que se llena de forma continua y en los mismos 4 segundos durante los cuales tiene lugar la dosificación de los tres componentes. Una vez que tiene lugar la reacción en el interior del molde, la mezcla se vuelve sólida y la pieza de poliamida se extrae del molde.

30 A continuación, se describe un proceso para moldear poliamida 6 a escala industrial usando el dispositivo de la invención:

35 a) Preparación de los materiales: se debe garantizar que el porcentaje de humedad de los componentes de reacción es menor que 0,04 %.

b) Se deben calentar los moldes a la temperatura de moldeo.

40 c) Encendido del equipo: se enciende la máquina con el interruptor principal y se programan las temperaturas de las zonas calentadas. Estas son: la zona de la válvula antirretorno y la zona del cabezal que son atemperadas por medio de las resistencias externas y la estufa.

45 d) Se introduce la caprolactama en el depósito. La cantidad a introducir es una función de las partes que se deseen obtener en la sesión de trabajo. Se cierra el depósito, se presuriza con nitrógeno hasta un máximo de 0,4 bares y se programa la resistencia del tanque.

50 e) Fusión de la caprolactama: cuando el termopar del interior del depósito marca una temperatura por encima de 70 °C puede comenzar la agitación moderada para contribuir a la fusión de la masa de caprolactama de manera homogénea. Esperar el tiempo necesario hasta que la caprolactama alcanza la temperatura de fusión programada.

f) Verificación de la calibración de caprolactama: antes de la primera colada, se lleva a cabo una pre-colada de caprolactama para verificar por medio de pesada que el caudal programado se ajusta al real.

55 g) Carga de sistema catalítico: de acuerdo con la proporción de mezcla que se usa, se cargan las jeringuillas y se conectan a las correspondientes tuberías de silicona. Finalmente, se colocan en el correspondiente impulsor de jeringuilla introduciendo las tuberías en el cabezal mezclador.

60 h) Verificación de la calibración del sistema catalítico: para hacer esto, se programa de manera independiente un caudal en cada impulsor y se recoge la cantidad en un recipiente con tara calculada que se pesará.

i) Cebado de los impulsores: se lleva a cabo un cebado de los impulsores de manera que el activador y el iniciador llenen completamente la tubería de silicona.

65 j) Colada del material en el interior del molde: se programa el peso de la pieza a obtener y el % de sistema catalítico, se conecta la salida del mezclador al molde y se comienza la colada. Tras llenar el molde, se desconecta la tubería y se deja reaccionar.

k) Limpieza de la tubería mezcladora: inmediatamente después de desconectar el molde, se limpia la tubería mezcladora para retirar todas la trazas de la mezcla caprolactama/iniciador/activador.

5 l) Desmoldado de la pieza: una vez que se solidifica el material, se lleva a cabo el enfriamiento de la pieza, después de lo cual se desmolda.

10 m) Colada de repetición: si se van a llevar a cabo varias coladas consecutivas, una vez que haya concluido la etapa k) se puede volver a la etapa i) y llevar a cabo coladas en el interior de los diferentes moldes. Estas coladas pueden presentar peso diferente y % de sistema catalítico diferente, modificando únicamente la proporción de mezcla y el peso de la parte en el programa.

15 Por otra parte, obviamente la invención no se encuentra limitada a la(s) realización(es) específica(s) descrita(s) en el presente documento, sino que también engloba cualesquiera variaciones que se puedan considerar por parte de cualquier persona experta en la materia (por ejemplo, respecto a la elección de los materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro del alcance general de la invención como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (10) para polimerizar lactamas en moldes, que comprende:

5 un depósito (20) para almacenar lactama, en el que dicho depósito (20) se mantiene a una temperatura que varía dentro del intervalo de 135-150 °C para fundir la lactama y mantenerla en estado fundido;
 un medio de alimentación de lactama que comprende tuberías de dosificación para alimentar la lactama desde el depósito (20),
 un primer medio de dosificación (30) para alimentar un iniciador líquido;
 10 un segundo medio de dosificación (40) para alimentar un activador líquido;
 un cabezal mezclador (50) configurado para recibir la lactama, el iniciador y el activador desde, respectivamente, dicho medio de alimentación de lactama, dicho primer medio de dosificación (30) y dicho segundo medio de dosificación (40), teniendo el cabezal mezclador (50) tres entradas independientes para recibir, de manera independiente, la lactama, el iniciador y el activador, para permitir que dicha lactama, el
 15 el iniciador y el activador fluyan respectivamente al interior del cabezal mezclador (50) sin mezclarse unos con otros hasta alcanzar la salida del cabezal mezclador (50); y
 una tubería mezcladora (51) ubicada en la salida de dicho cabezal mezclador (50) y configurada para poner la lactama, el iniciador y el activador en contacto por primera vez, de tal forma que se mezclen;
 en el que
 20 el depósito (20) y el medio de alimentación de lactama están ubicados dentro de una estufa (21) configurada para mantener la temperatura de la lactama a un valor sustancialmente constante hasta que alcance el cabezal mezclador (50).

25 2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el medio de alimentación de lactama comprende una bomba (23) configurada para bombear la lactama desde el depósito (20) y para dosificarlo hacia el cabezal mezclador (50), estando la bomba (50) ubicada dentro de la estufa (21).

30 3. El dispositivo de la reivindicación 2, que comprende además un motor (26) para controlar la dosificación de la bomba (23), estando el motor (26) fuera de dicha estufa (21) y unido a la bomba (23) por medio de un eje que pasa a través de una pared de dicha estufa (21).

35 4. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en el que el medio de alimentación de lactama comprende además un medidor de presión (27) configurado para detener la bomba (23) en caso de sobre-presión, estando ubicado dicho medidor de presión (27) en el interior de dicha estufa (21), manteniendo así la temperatura de dicho medidor de presión (27) en un valor sustancialmente constante.

5. El dispositivo de la reivindicación 4, en el que el medidor de presión (27) comprende además un conector eléctrico alojado en una capa aislante de la estufa (21).

40 6. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que el medio de alimentación de lactama comprende además una válvula de alivio (28) configurada para activarse de forma mecánica para liberar la lactama en caso de superarse una presión de trabajo máxima, estando ubicada dicha válvula de alivio (28) dentro de la estufa (21), manteniendo de este modo la temperatura de dicha válvula de alivio (28) en un valor sustancialmente constante.

45 7. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 2-6, en el que el medio de alimentación de lactama comprende además una válvula de tres vías (22) ubicada entre el depósito (20) y la bomba (23), para permitir la comunicación del flujo de material desde el depósito (20) hasta la bomba (23), o desde el depósito (20) hasta una tubería de drenaje (12) para limpiar el depósito (20), estando ubicada dicha válvula de tres vías (22) dentro de dicha estufa (21), manteniendo de este modo la temperatura de dicha válvula de tres vías (22) en un valor sustancialmente
 50 constante.

8. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que la válvula de tres vías (22) comprende además un medio de activación ubicado fuera de la estufa (21), estando el medio de activación unido a la válvula de tres vías por medio de un eje que pasa a través de un pasamuros de una pared de la estufa (21).

55 9. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 2-8, que comprende además una válvula antirretorno (29) configurada para abrirse cuando la bomba se encuentra en funcionamiento y para cerrarse cuando la bomba se detiene, evitando el goteo, una vez que se ha completado la dosificación de la lactama, estando dicha válvula antirretorno (29) ubicada en una capa aislante de dicha estufa (21).

60 10. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el cabezal mezclador (50) comprende una entrada radial (52) para la lactama, una primera entrada para el iniciador y una segunda entrada para el activador, estando la primera entrada conectada a una primera tubería (53) y la segunda entrada a una segunda tubería (54), de forma que el flujo de lactama penetra en el cabezal mezclador (50) en dirección perpendicular al eje de salida mientras que el iniciador y el activador penetran en dirección paralela, de manera que el iniciador y el activador salen por la parte central del cabezal mezclador mientras que el flujo de lactama lo hace por la parte del perímetro.

65

- 5 11. El dispositivo de la reivindicación 10, en el que el primer medio de dosificación (30) para alimentar el iniciador comprende un impulsor de jeringuilla unido a la primera entrada del cabezal mezclador (50) y el segundo medio de dosificación (40) para alimentar el activador comprende un impulsor de jeringuilla unido a la segunda entrada del cabezal mezclador (50).
12. El dispositivo de cualquier reivindicación anterior, en el que dicho cabezal mezclador (50) se atempera por medio de resistencias planas, con el fin de evitar la solidificación de la lactama y de mantener la temperatura de la mezcla bajo control.
- 10 13. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que la tubería mezcladora (51) es un mezclador estático.
14. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-13, en el que durante el uso, la temperatura interior de la estufa (21) está entre 100 °C y 115 °C.
- 15 15. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-14, que comprende además una resistencia eléctrica (25) que rodea al depósito (20) configurada para aumentar la temperatura de la lactama en el interior del depósito de manera que la lactama alcance una temperatura de entre 135 °C y 150 °C.

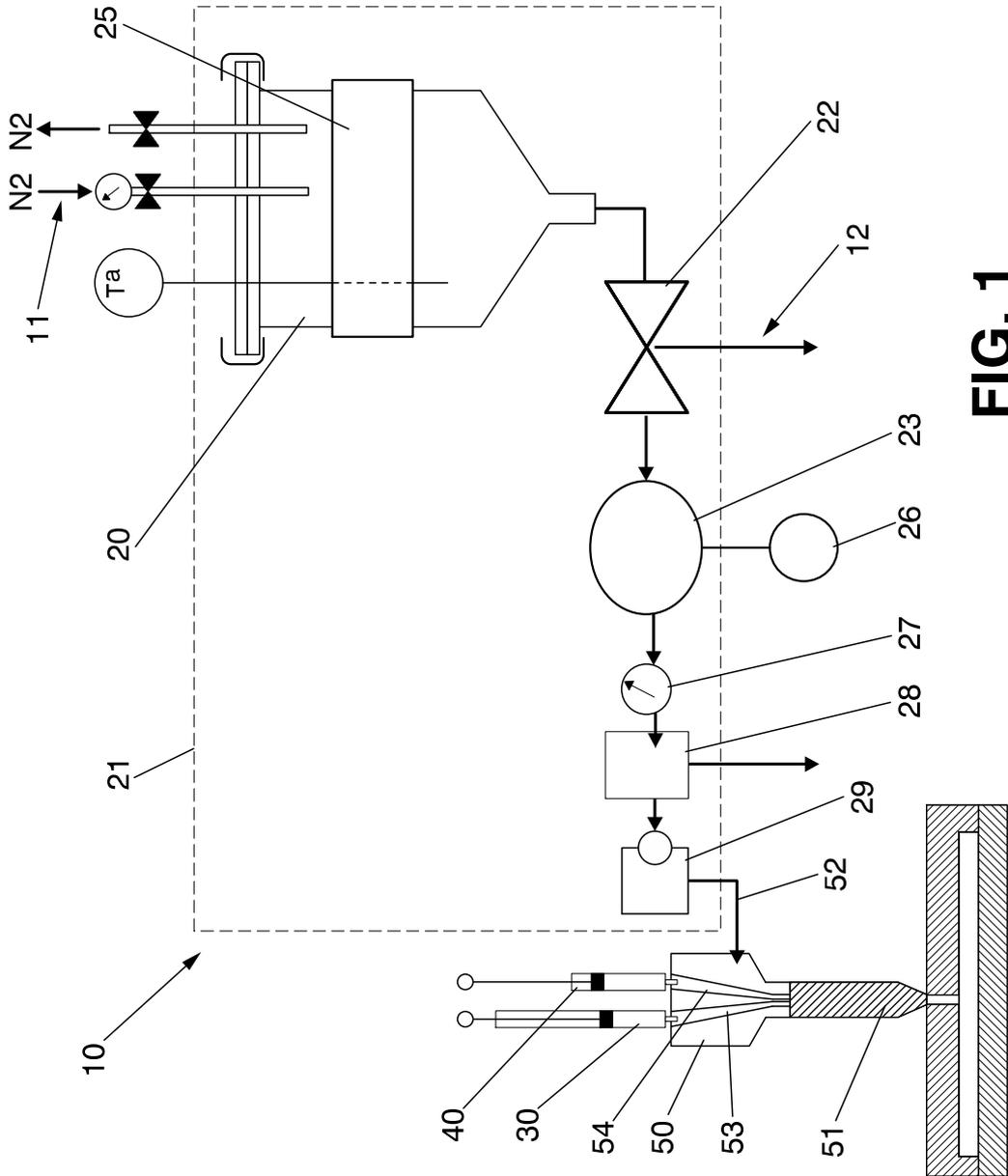


FIG. 1

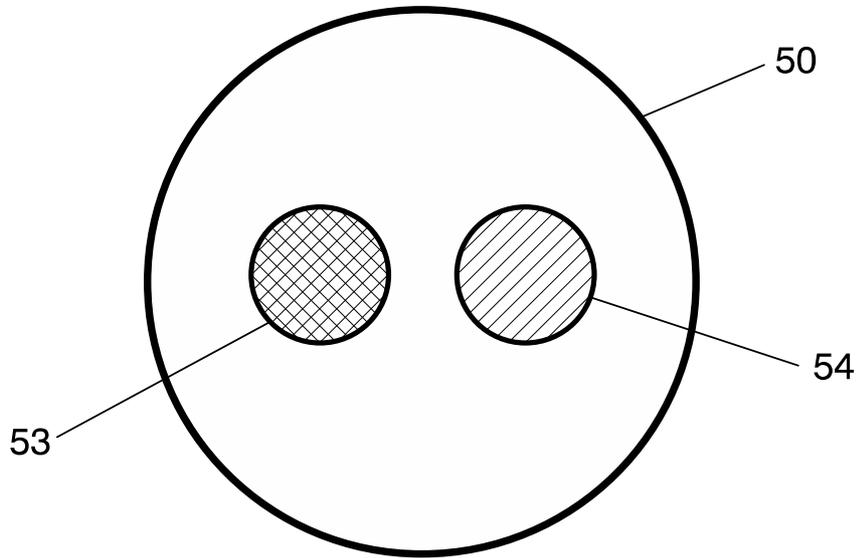


FIG. 2