

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 287**

51 Int. Cl.:

B29B 7/48 (2006.01)

B29C 47/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2009** **E 09765528 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2013** **EP 2303530**

54 Título: **Procedimiento para la extrusión de masas plásticas**

30 Prioridad:

20.06.2008 DE 102008029305

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.05.2013

73 Titular/es:

BAYER MATERIALSCIENCE AG (100.0%)
51368 Leverkusen, DE

72 Inventor/es:

KÖNIG, THOMAS;
BIERDEL, MICHAEL;
LIESENFELDER, ULRICH;
KOHLGRÜBER, KLEMENS y
RECHNER, JOHANN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 403 287 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 extrusión de masas plásticas

La invención se refiere a un procedimiento para la extrusión de masas plásticas, particularmente de masas fundidas poliméricas y mezclas de masas fundidas poliméricas, sobre todo de termoplásticos y elastómeros, de forma particularmente preferente policarbonato y combinados de policarbonato, también mezclando con otras sustancias tales como, por ejemplo, sólidos, líquidos, gases u otros polímeros u otras mezclas poliméricas con propiedades ópticas mejoradas, con ayuda de una extrusora de varios árboles con geometrías particulares de tornillo sin fin.

La extrusión es un procedimiento conocido en la preparación, elaboración y procesamiento de polímeros. Por extrusión se entiende, en este punto y en lo sucesivo, el tratamiento de una sustancia o una mezcla de sustancias en una extrusora de doble tornillo sin fin o de varios árboles que giran en el mismo sentido, como está descrito de forma exhaustiva en [1] ([1] = Kohlgrüber. Der gleichläufige Doppelschneckenextruder, Hanser Verlag München 2007).

El tratamiento de masas plásticas durante una extrusión comprende una o varias de las operaciones de procedimiento transporte, fusión, dispersión, mezcla, extracción a presión de constituyentes líquidos, desgasificación y formación de presión.

Durante la preparación de polímeros, la extrusión sirve, por ejemplo, para retirar constituyentes volátiles, tales como monómeros y disolvente residual del polímero ([1], páginas 192 a 212), para la reacción en reacciones de poliadición y policondensación así como, dado el caso, para la fusión y la confección de polímeros así como, dado el caso, la mezcla de aditivos con el polímero.

Durante la elaboración de polímeros se preparan mediante extrusión, sobre todo, mezclas de polímeros con aditivos y auxiliares y materias de refuerzo así como colores así como mezclas de distintos polímeros que se diferencian, por ejemplo, en la composición química, el peso molecular o la estructura molecular (véase, por ejemplo, [1], páginas 59 a 93). Este procedimiento denominado también combinación ("compounding") sirve para la elaboración de polímeros para la fabricación de la masa de moldeo de plástico (el combinado) terminada usando las materias primas de plástico que habitualmente se funden, con adición y mezcla de cargas y/o materias de refuerzo, plastificantes, adhesivos, lubricantes, estabilizantes, etc. con el polímero. La elaboración comprende con frecuencia también la retirada de constituyentes volátiles, tales como, por ejemplo, aire y agua. La elaboración puede ser también una reacción química tal como, por ejemplo, injerto, modificación de grupos funcionales o modificaciones del peso molecular mediante elevación o reducción dirigida del peso molecular.

Como se sabe de forma general y está descrito, por ejemplo, en [1] en las páginas 169 a 190 se puede clasificar la mezcla en mezcla distributiva y dispersiva. Por mezcla distributiva se entiende la distribución uniforme de distintos componentes en un volumen considerado. La mezcla distributiva existe, por ejemplo, en la mezcla de polímeros del mismo tipo. En la mezcla dispersiva en primer lugar se dividen partículas de sólido, gotas de líquido o burbujas de gas. Para la división tienen que aplicarse fuerzas de cizalla lo suficientemente grandes para superar, por ejemplo, la tensión superficial en la interfase entre masa fundida polimérica y un aditivo. Por mezcla se entiende en lo sucesivo siempre mezcla distributiva y dispersiva.

En la publicación [1] en la página 73 y siguientes se describe el transporte de masa fundida y la formación de presión. Las zonas de transporte de masa fundida sirven para transportar el producto de una zona del procedimiento a la siguiente así como para incluir cargas. Las zonas de transporte de masa fundida, por norma general, están llenas parcialmente, tal como, por ejemplo, en el transporte del producto de una zona del procedimiento a la siguiente, en la desgasificación y en zonas de tiempo de permanencia.

En el procesamiento de polímeros se llevan los polímeros, preferentemente, a la forma de un producto semiacabado, un producto listo para el uso o una pieza de construcción. El procesamiento puede crearse, por ejemplo, mediante moldeo por inyección, extrusión, soplado de láminas, embutición de láminas o hilado. El procesamiento puede comprender también mezclas de polímeros con cargas y auxiliares y aditivos así como modificaciones químicas, tales como, por ejemplo, vulcanización.

La extrusión de polímeros se lleva a cabo, tal como se conoce por el experto, ventajosamente en máquinas de tornillo sin fin con dos o, dado el caso, varios árboles.

Las máquinas de dos o, dado el caso, varios árboles que giran en el mismo sentido, cuyos rotores se raspan mutuamente de forma exacta, ya se conocen desde hace tiempo (documento DE 862 668). En la preparación, la elaboración y el procesamiento de polímeros, las máquinas de tornillo sin fin que se basan en el principio de perfiles que se raspan exactamente han experimentado un uso diverso. Tales máquinas de tornillo sin fin, como es sabido, tienen un buen efecto de mezcla, un buen efecto de desgasificación y un buen efecto para fundir polímeros. Ofrecen ventajas en la calidad de los productos fabricados con ello, ya que las masas fundidas poliméricas se adhieren a superficies y a las temperaturas de procesamiento habituales con el tiempo se degradan, lo que se evita mediante el efecto de autolimpieza de los tornillos sin fin que se raspan exactamente. Se han presentado reglas para la generación de perfiles de tornillo sin fin que se raspan exactamente, por ejemplo, en Klemens Kohlgrüber. Der

gleichläufige Doppelschneckenextruder, Hanser Verlag München 2007, pág. 96 y siguientes [1]. Allí se describe la construcción de perfiles de uno, dos y tres filetes.

El experto sabe que en la región de las crestas de tornillo sin fin se disipa particularmente mucha energía en la masa fundida, lo que conduce localmente a fuertes sobrecalentamientos en el producto. Esto está representado, por ejemplo, en [1] en las páginas 160 y siguientes. Estos sobrecalentamientos locales pueden conducir a daños en el producto, tales como, por ejemplo, modificación en olor, color, composición química o peso molecular o a la formación de heterogeneidades en el producto, tales como cuerpos gelatinosos o manchas. Sobre todo un gran ángulo de cresta en este caso es perjudicial.

Las extrusoras de doble tornillo sin fin modernas disponen de un sistema modular en el que se pueden aplicar distintos elementos de tornillo sin fin sobre un árbol central. Con ello, el experto puede adaptar la extrusora de doble tornillo sin fin al respectivo objetivo del procedimiento. Por norma general se usan actualmente elementos de tornillo sin fin con perfiles de dos y tres filetes, ya que los perfiles de tornillo sin fin de un filete tienen una aportación de energía demasiado alta debido a su gran ángulo de cresta.

Según el estado de la técnica [1] (véase, por ejemplo la página 101), la geometría de los elementos de tornillo sin fin que se raspan exactamente está fijada mediante indicación de las magnitudes independientes número de paso Z , separación entre ejes A y diámetro de carcasa (se corresponde con el diámetro DE del contorno que raspa de forma exacta). En este caso, el número de filetes es el número de los arcos circulares de cada elemento que limpia la pared externa. El ángulo de un arco circular de este tipo, con respecto al punto central de giro, se denomina ángulo de cresta $KW0$. En la región del ángulo de cresta, el radio externo del perfil es igual al radio de la carcasa. $KW0$, según el estado de la técnica, no es ninguna magnitud ajustable y adaptable al planteamiento de objetivos, sino que se obtiene a partir de la ecuación 1 con

$$KW0 = \frac{\pi}{Z} - 2 \arccos\left(\frac{A}{DE}\right) \quad (\text{Ec. 1})$$

siendo $KW0$ el ángulo de cresta del perfil que raspa de forma exacta en la medida de arco y π la constante del círculo ($\pi \approx 3,14159$). La suma de los ángulos de cresta sobre ambos elementos de un par de elementos que engranan de forma estrecha $SKW0$ se obtiene de forma forzosa con

$$SKW0 = 2\pi - 4Z \arccos\left(\frac{A}{DE}\right) \quad (\text{Ec. 2})$$

El experto sabe que los perfiles de tornillo sin fin que raspan directamente no se pueden usar directamente en una extrusora de doble tornillo sin fin, más bien se requieren holguras entre los elementos de tornillo sin fin y la carcasa y/o entre los propios elementos de tornillo sin fin. Los datos geométricos para las geometrías de tornillo sin fin indicadas las obtiene el experto basándose en el contorno de tornillos sin fin que raspan exactamente con procedimientos conocidos, tal como están representados, por ejemplo, en [1]. Para elementos de transporte están descritas en [1] en las páginas 28 y siguientes distintas estrategias posibles. Con el uso de la equidistante de corte longitudinal o espacial indicada en ese documento se reducen los ángulos de cresta $KWA0$ de los tornillos sin fin indicados en realidad, tal como está representado, por ejemplo, en [1], página 100, con respecto al ángulo $KW0$. Particularmente una gran holgura entre los tornillos sin fin conduce a la disminución de $KWA0$. Una gran holgura entre los tornillos para la disminución del ángulo de cresta, sin embargo, es desfavorable debido a que por ello disminuye el efecto de la autolimpieza mutua de los tornillos sin fin y aparecen largos tiempos de permanencia en la superficie de los elementos de tornillo sin fin, que conduce a un daño local del producto y, por tanto, a empeoramiento de la calidad del producto. El experto también sabe que mediante el aumento de las holguras se influye negativamente en la eficacia de los elementos de tornillo sin fin con respecto al efecto de transporte y formación de presión, de tal manera que para cumplir un objetivo dado en cuanto a la técnica del procedimiento, las holguras no se deben seleccionar demasiado grandes.

El documento EP-A-0 160 124 desvela un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Por tanto, existía el objetivo de hallar un procedimiento para la extrusión de polímeros que aunara las ventajas de calidad de la reducida formación de gel mediante autolimpieza y las ventajas de calidad de la baja temperatura.

El objetivo se resuelve, sorprendentemente, al usar una extrusora de desgasificación que gira en el mismo sentido, que engrana de forma estrecha, usándose elementos de tornillo sin fin que presentan geometrías particulares.

Por tanto, el objeto de la invención es un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 para el procesamiento de masas plásticas, particularmente de masas fundidas poliméricas y mezclas de masas fundidas poliméricas, sobre

- 5 todo termoplásticos y elastómeros, de forma particularmente preferente policarbonato y combinados de policarbonato, también mezclando con otras sustancias tales como, por ejemplo, sólidos, líquidos, gases u otros polímeros u otras mezclas poliméricas usando la extrusora de desgasificación que engrana de forma estrecha, que gira en el mismo sentido usando árboles de tornillo sin fin del mismo sentido por pares y que raspan exactamente por pares con dos o más filetes de tornillo sin fin, caracterizado porque la suma de todos los ángulos de cresta (SKW) de un par de elementos se puede elegir libremente, es mayor de 0 y menor de

$$2\pi - 4Z \arccos\left(\frac{A}{DE}\right)$$

- 10 siendo Z el número de filetes, A la separación entre ejes entre dos elementos de tornillo sin fin y DE el diámetro externo de los elementos de tornillo sin fin. En elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención, las geometrías sobre el flanco de empuje y el de arrastre se pueden diseñar según la necesidad individualmente y los cantos que delimitan las crestas pueden redondearse en caso necesario.

- 15 A este respecto, la invención no está limitada a elementos de tornillo sin fin de forma de construcción modular habitual actualmente de un tornillo sin fin de elementos de tornillo sin fin y árboles centrales, sino que se puede aplicar también a tornillos sin fin en forma de construcción maciza. Por tanto, por la expresión elementos de tornillo sin fin han de entenderse también tornillos sin fin en forma constructiva maciza.

El número de filetes Z de los elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención asciende, preferentemente, a 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8; de forma particularmente preferente es de 2 a 4.

El radio externo de un perfil de tornillo sin fin asciende a $RE=DE/2$, el diámetro interno a DK y el radio interno a $RK=DK/2$. Con ello se cumple siempre $A=RE+RK$.

- 20 El perfil generatriz y el generado de los elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención ("perfil de tornillo sin fin") se compone de arcos circulares que se convierten unos en otros tangencialmente. El perfil generatriz y el generado de los elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención está compuesto, respectivamente, de al menos $6 \cdot Z$ arcos circulares.

- 25 El tamaño de un arco circular se da mediante la indicación de su ángulo central y su radio. A continuación se denomina el ángulo central de un arco circular de forma resumida el ángulo de un arco circular. La posición de un arco circular se da mediante la posición de su punto central y mediante la posición de sus dos puntos finales.

El perfil de los elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención se caracteriza porque uno o varios arcos circulares pueden tener un radio con el tamaño cero. En este caso, el perfil presenta uno o varios dobleces.

- 30 Un perfil de tornillo sin fin predefinido sobre un primer árbol de una extrusora de doble tornillo sin fin (el "generatriz") establece inequívocamente el perfil de tornillo sin fin sobre un segundo árbol (el "generado") adyacente. El perfil de tornillo sin fin sobre un primer árbol de la extrusora de doble tornillo sin fin se denomina, por tanto, el perfil de tornillo sin fin generatriz, mientras que el perfil de tornillo sin fin sobre el segundo árbol adyacente de la extrusora de doble tornillo sin fin se denomina el perfil de tornillo sin fin generado. En una extrusora de varios árboles se usan siempre de forma alterna el perfil de tornillo sin fin generatriz y el perfil de tornillo sin fin generado en árboles adyacentes.

- 35 Los perfiles de tornillos sin fin de acuerdo con la invención siempre son cerrados y convexos. La suma de los ángulos de los arcos circulares individuales para cada elemento siempre es 2π .

Los elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención se caracterizan porque, respectivamente, un arco circular del perfil de tornillo sin fin generado se "corresponde" con un arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz. Por "corresponderse" se entiende que

- 40
- los ángulos de arcos circulares correspondientes son igual de grandes,
 - la suma de los radios de arcos circulares correspondientes es igual a la separación entre ejes,
 - respectivamente una de las líneas de unión entre el punto central de un arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz y sus puntos finales tiene un recorrido paralelo a respectivamente una de las líneas de unión entre el punto central del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado y sus puntos finales,
- 45
- las direcciones en las que se encuentran los puntos finales de un arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz desde el punto central del arco circular son respectivamente opuestas a las direcciones en las que se encuentran los puntos finales del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado desde el punto central del arco circular del perfil de tornillo sin fin generado,
 - el punto central de un arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz tiene una separación con respecto al

punto central de un arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado que se corresponde con la separación entre ejes,

- la línea de unión entre el punto central de un arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz y el punto central del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado es paralela a la línea de unión entre el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generatriz y el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generado,
- la dirección en la que se tendría que desplazar el punto central de un arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz para hacerlo coincidir con el punto central del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado es la misma en la que se tiene que desplazar el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generatriz para hacerlo coincidir con el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generado.

La Figura 1 muestra un ejemplo de dos arcos circulares correspondientes. El punto central de giro del tornillo sin fin generatriz es *DR* y el punto central de giro del tornillo sin fin generado, *DL*. En esta figura, el arco circular 1 es el generatriz y el arco circular 1', el generado.

Un perfil de tornillo sin fin generatriz de elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención tiene *Z* arcos circulares, cuyos radios son igual a *RE* y cuyos puntos centrales coinciden con el punto central de giro ("arcos de cresta").

Un perfil de tornillo sin fin generatriz de elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención tiene *Z* arcos circulares, cuyos radios son igual a *RK* y cuyos puntos centrales coinciden con el punto central de giro ("arcos de surco"). El perfil de tornillo sin fin generado correspondiente posee asimismo *Z* arcos de cresta y *Z* arcos de surco.

La suma de los ángulos de los arcos de cresta y de surco de los perfiles de tornillo sin fin generatrices de acuerdo con la invención se puede elegir libremente, mayor de 0 y menor de

$$2\pi - 4Z \arccos\left(\frac{A}{DE}\right)$$

La suma de los ángulos de todos los arcos de cresta del perfil de tornillo sin fin generado y del generatriz es igual a la suma de los ángulos de cresta y de surco del perfil de tornillo sin fin generatriz y es, de acuerdo con la invención, mayor de 0 y menor de

$$2\pi - 4Z \arccos\left(\frac{A}{DE}\right)$$

En una realización preferente de elementos de tornillo sin fin, tal como se usan en el procedimiento de acuerdo con la invención, los arcos de cresta y los arcos de surco están dispuestos de tal manera que aparecen de forma alterna durante el giro alrededor del perfil, es decir, durante el giro a cada arco de cresta sigue un arco de surco y a cada arco de surco, un arco de cresta. A partir de esto resulta forzosamente para el perfil de tornillo sin fin generado que los arcos de cresta y los arcos de surco están dispuestos de tal manera que aparecen de forma alterna durante el giro alrededor del perfil, es decir, durante el giro a cada arco de cresta sigue un arco de surco y a cada arco de surco, un arco de cresta.

En una realización preferente, los elementos de tornillo sin fin usados de acuerdo con la invención en ambos árboles tienen el mismo perfil, a excepción de un giro alrededor del respectivo punto central de giro del perfil alrededor de π/Z para, precisamente, *Z*.

En otra realización preferente, los elementos de tornillo sin fin usados de acuerdo con la invención tienen simetría de punto con respecto al respectivo punto de giro del perfil, sin embargo, no tienen simetría especular.

En otra realización preferente, los elementos de tornillo sin fin usados de acuerdo con la invención son simétricos a las líneas que pasan a través del centro de los arcos de cresta y de surco. Un elemento de tornillo sin fin del número de filetes *Z* tiene, entonces, $2 \cdot Z$ líneas de simetría.

Preferentemente, los elementos de tornillo sin fin se usan como elementos de transporte. Un elemento de transporte se caracteriza, como es sabido, (véase, por ejemplo, [1], páginas 227 - 248) porque el perfil del tornillo sin fin se gira y prolonga en dirección axial continuamente con forma helicoidal. A este respecto, el elemento de transporte puede tener paso a la derecha o a la izquierda. La altura del elemento de transporte se encuentra, preferentemente, en el intervalo de 0,1 veces a 10 veces la separación entre ejes, entendiéndose por la altura la longitud axial que se requiere para un giro completo del perfil de tornillo sin fin y la longitud axial de un elemento de transporte se encuentra, preferentemente, en el intervalo de 0,1 veces a 10 veces del diámetro de tornillo sin fin.

Para los perfiles de tornillo sin fin de elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención se usan holguras en el intervalo de 0,1 a 0,001 con respecto al diámetro del perfil de tornillo sin fin, preferentemente de 0,002 a 0,05 y de forma particularmente preferentemente de 0,004 a 0,02. Las holguras pueden ser de diferente tamaño o iguales, tal como sabe el experto, entre el tornillo sin fin y la carcasa y entre tornillo sin fin y tornillo sin fin. Las holguras pueden ser también constantes o, en los límites indicados, variables. También es posible desplazar dentro de las holguras un perfil de tornillo sin fin. El experto conoce procedimientos para, partiendo de un tornillo sin fin predefinido, que raspa de forma exacta, obtener un perfil de tornillo sin fin con holguras. Son procedimientos conocidos para esto, por ejemplo, la posibilidad descrita en [1] en las páginas 28 y siguientes de la ampliación de la separación entre ejes, de la equidistante de corte longitudinal y la equidistante espacial, que se conocen todas por el experto. Con la ampliación de separación entre ejes se construye un perfil de tornillo sin fin de diámetro menor y se separa en la magnitud de la holgura entre los tornillos sin fin. En el procedimiento de la equidistante de corte longitudinal se desplaza la curva de perfil de corte longitudinal (paralela al eje de giro del respectivo elemento) la mitad de la holgura de tornillo sin fin-tornillo sin fin perpendicularmente a la curva de perfil hacia el interior, en dirección al eje de giro. En el procedimiento de la equidistante espacial, partiendo de la curva espacial en la que se limpian los elementos de tornillo sin fin, el elemento de tornillo sin fin en la dirección perpendicular a las superficies del perfil que raspa exactamente se disminuye la mitad de la holgura entre tornillo sin fin y tornillo sin fin. Preferentemente se usa la equidistante de corte longitudinal y la equidistante espacial, de forma particularmente preferente, la equidistante espacial.

La Figura 2 muestra los perfiles de elementos de tornillo sin fin de dos filetes, conocidos por el estado de la técnica, en sección transversal. La separación entre ejes asciende a 48 mm, el diámetro externo de un perfil de tornillo sin fin a 58 mm, el diámetro interno se corresponde a 38 mm y el ángulo de cresta KW0 en la medida de arco a 0,3788 (correspondiente a 21,7°). La suma de todos los ángulos de cresta SKW0 asciende en la medida de arco a 1,5152.

Las Figuras 3a y 3b muestran, de forma ilustrativa, en una representación esquemática en el corte transversal un perfil parcial X del perfil de tornillo sin fin generatriz y un perfil parcial Y correspondiente a esto del generado de elementos de tornillo sin fin de dos pasos usados de acuerdo con la invención. El perfil parcial X se forma por los arcos circulares 1, 2, 3, 4, 5 y 6. El perfil parcial Y se forma por los arcos circulares 1', 2', 3', 4', 5' y 6' correspondientes a los respectivos arcos circulares del perfil parcial X. Los arcos circulares están definidos inequívocamente por sus respectivos puntos centrales M1, M2, ..., M6 y M1', M2', ..., M6', sus respectivos ángulos y radios (véase la Figura 3a).

En el presente ejemplo, la separación entre ejes asciende a 48 mm, el diámetro externo de un perfil de tornillo sin fin a 58 mm y el diámetro interno a 38 mm. El arco circular 1 es el arco de cresta del perfil parcial generatriz, el arco circular 6, el arco de surco. El arco circular 2 tiene un radio 0, es decir, en el arco de cresta el perfil generatriz tiene un doblez.

En la Figura 3b, por motivos de simplicidad, se han retirado las referencias de los arcos circulares y los puntos centrales. Los perfiles parciales X e Y son idénticos a los perfiles parciales mostrados en la Figura 3a.

La Figura 4 muestra, esquemáticamente, en sección transversal elementos de tornillo sin fin usados de acuerdo con la invención con un perfil de tornillo sin fin con simetría de punto que se obtiene de la Figura 3a o 3b cuando los perfiles parciales mostrados en las Figuras 3a y 3b se prolongan con simetría de punto. Todos los ángulos de cresta son idénticos e iguales a 0,17454 (10°). De forma ilustrativa está dibujado un ángulo de cresta KW. La suma de todos los ángulos de cresta SKW asciende a 0,698, menos de la mitad del elemento según el estado de la técnica. Esto es una clara ventaja con respecto al estado de la técnica. Este perfil de tornillo sin fin también tiene la ventaja de que con la dirección de giro en el sentido de las agujas del reloj, el flanco de empuje forma un ángulo claramente mayor con respecto a la carcasa que el lado de arrastre, lo que con una carga parcial conduce de nuevo a una aportación de energía claramente menor. También se puede invertir la dirección del giro, lo que conduce a una dilatación aumentada en la cresta.

La Figura 5 muestra, esquemáticamente, en sección transversal los elementos de tornillo sin fin usados de acuerdo con la invención con un perfil de tornillo sin fin con simetría especular y de punto. En el presente ejemplo, la separación entre ejes asciende a 48 mm, el diámetro externo del perfil de tornillo sin fin a 58 mm, el diámetro interno correspondientemente a 38 mm y cada uno de los ángulos de cresta a 0,175 (10°). De forma ilustrativa está dibujado un ángulo de cresta KW. La suma de todos los ángulos de cresta SKW asciende a 0,69813, menos de la mitad de la suma de los ángulos de cresta del elemento según el estado de la técnica. La ventaja radica, en este caso, en la menor disipación de energía.

La Figura 9a muestra dos perfiles parciales X1 correspondientes (perfil de tornillo sin fin generatriz) e Y1 (perfil de tornillo sin fin generado) de un ejemplo de elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención con simetría de punto y especular. El perfil parcial X1 se forma por los arcos circulares 1, 2 y 3. El perfil parcial Y1 se forma por los arcos circulares 1', 2' y 3' correspondientes respectivos. La separación de los puntos de giro está normalizada a 1. El arco circular 3 es tangencial a la recta FP. En la Tabla 1 están indicados los radios, ángulos, puntos iniciales de los arcos circulares y puntos centrales de los arcos circulares.

Tabla 1: magnitudes geométricas de los perfiles parciales X e Y de elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la

invención que están representados en las Figuras 9a, 9b y 9c.

Radio	Ángulo	Coordenada x Punto inicial	Coordenada y Punto inicial	Coordenada x Punto central	Coordenada y Punto central
0,6	0,0799	0,6	0	0	0
0	0,3943	0,5981	0,0479	0,5981	0,0479
0,9	0,3112	0,5981	0,0479	-0,2026	-0,3631

La Figura 9b muestra el perfil que raspa de forma exacta que se obtiene a partir de la Figura 9a mediante reflejo, prolongación y giro de acuerdo con la invención. El ángulo de cresta *KW* del contorno de tornillo sin fin que raspa de forma exacta es 0,1598. La suma de todos los ángulos de cresta *SKW* es 0,3196. Un contorno que raspa de forma exacta según el estado de la técnica tiene un ángulo de cresta *KW0* de 0,399 y una suma de todos los ángulos de cresta *SKW0* de 0,799.

La Figura 9c muestra un perfil que se construyó partiendo del perfil que raspa de forma exacta en la Figura 9b según el procedimiento de la equidistante espacial. El diámetro de carcasa es 0,61 y las holguras entre la carcasa y el tornillo sin fin δ y entre tornillo sin fin y tornillo sin fin *s* son, respectivamente, 0,02. La altura es 1,2.

El ángulo de cresta indicado de este perfil es *KWA* = 0,208. La suma de todos los ángulos de cresta indicados *SKWA* es 0,319.

La Figura 9d muestra un perfil correspondiente al estado de la técnica con holguras idénticas y altura idéntica al igual que en la Figura 9c. El perfil tiene un ángulo de cresta *KWA0* indicado de 0,329 y una suma de los ángulos de cresta indicados de 0,658.

Las masas plásticas que se pueden extruir de acuerdo con la invención con alta eficacia con cuidado simultáneo del producto son, por ejemplo, suspensiones, pastas, vidrio, masas cerámicas, metales en forma de una masa fundida, plásticos, masas fundidas de plástico, soluciones poliméricas, masas de elastómero y caucho.

Preferentemente se usan plásticos y soluciones poliméricas, de forma particularmente preferente polímeros termoplásticos. Como polímero termoplástico se usa preferentemente al menos uno de la serie policarbonato, poliamida, poliéster, particularmente poli(tereftalato de butileno) y poli(tereftalato de etileno), polilactida, poliéter, poliuretano termoplástico, poliacetal, fluoropolímero, particularmente poli(fluoruro de vinilideno), poli(sulfonas de éter), poliolefinas, particularmente polietileno y polipropileno, poliimida, poliacrilato, particularmente poli(metil)metacrilato, poli(óxido de fenileno), poli(sulfuro de fenileno), polietercetona, poliariletercetona, polimerizados de estireno, particularmente poliestireno, copolímeros de estireno, particularmente copolímero de estireno-acrilonitrilo, copolímeros de bloque de acrilonitrilo-butadieno-estireno y poli(cloruro de vinilo). Se usan asimismo preferentemente los denominados combinados de los plásticos indicados, por lo que el experto entiende una combinación de dos o varios plásticos. Son particularmente preferentes policarbonato y mezclas que contienen policarbonato, muy particularmente preferente policarbonato obtenido, por ejemplo, de acuerdo con el procedimiento de interfase o el procedimiento de transesterificación de masa fundida.

Otros materiales de uso preferentes son los cauchos. Como caucho se usa preferentemente al menos uno de la serie caucho de estireno-butadieno, caucho natural, caucho de butadieno, caucho de isopreno, caucho de etileno-propileno-dieno, caucho de etileno-propileno, caucho de butadieno-acrilonitrilo, caucho de nitrilo hidrogenado, caucho de butilo, caucho de halobutilo, caucho de cloropreno, caucho de etileno-acetato de vinilo, caucho de poliuretano, poliuretano termoplástico, gutapercha, caucho de arilato, caucho fluorado, caucho de silicona, caucho de sulfuro, caucho de clorosulfonilo-poli(etileno). Naturalmente también es posible una combinación de dos o más de los cauchos indicados o una combinación de uno o varios cauchos con uno o varios plásticos.

Estos termoplásticos y elastómeros pueden usarse en forma pura o como mezcla con cargas y materias de refuerzo, tales como particularmente fibras de vidrio, como mezclas entre sí o con otros polímeros o como mezclas con aditivos poliméricos habituales.

En una forma de realización preferente se añaden a las masas plásticas, particularmente a las masas fundidas poliméricas y mezclas de masas fundidas poliméricas, aditivos. Estos se pueden añadir como sólidos, líquidos o soluciones junto con el polímero a la extrusora o, sin embargo, se suministra al menos una parte de los aditivos o todos los aditivos a la extrusora a través de una corriente lateral.

Los aditivos pueden otorgar a un polímero diversas propiedades. Estos pueden ser, por ejemplo, colorantes, pigmentos, coadyuvantes de procesamiento, cargas, antioxidantes, materias de refuerzo, absorbedores de UV y fotostabilizantes, desactivadores de metal, captadores de peróxido, estabilizantes básicos, agentes de nucleación, benzofuranos e indolinonas activos como estabilizantes o antioxidantes, agentes de desmoldeo, aditivos retardantes

de llama, agentes antiestáticos, agentes colorantes y estabilizantes de masa fundida. Son ilustrativos de los mismos negro de humo, fibra de vidrio, arcilla, mica, fibra de grafito, dióxido de titanio, fibras de carbono, nanotubos de carbono, líquidos iónicos y fibras naturales.

- 5 Las ventajas que se obtienen durante el uso del procedimiento para los distintos polímeros son diferentes dependiendo del tipo de procedimiento de extrusión y el tipo de la masa plástica.

10 En la extrusión de polietileno y copolímeros de polietileno se muestran, con temperatura demasiado alta, elevación de peso molecular, ramificación y reticulación. Además, el polietileno y los copolímeros de polietileno reaccionan con el oxígeno del aire en el ciclo de auto-oxidación conocido por el experto ([2] Hepperle, J.: Schädigungsmechanismen bei Polymeren. Polymeraufbereitung 2002, VDI-K, VDI-Verlag GmbH, [3] Zweifel, H.: Stabilization of Polymeric Materials. Berlin: Springer 1997, [4] Schwarzenbach, K., y col.: Antioxidants, en Zweifel, H. (Hrsg.): Plastics Additives Handbook. München: Hanser 2001, [5] Cheng, H. N., schilling, F. C., Bovey, F. A.: ¹³C Nuclear Magnetic Resonance Observation of the Oxidation of Polyethylene, Macromolecules 9 (1976) págs. 363-365) con formación de componentes de bajo peso molecular de olor intenso y, por tanto, molestos, tales como, por ejemplo, cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos y alcoholes.

- 15 En la extrusión de copolímeros basados en polietileno y acetato de vinilo se forma, con temperatura demasiado alta, adicionalmente ácido acético de olor intenso y corrosivo.

20 En la extrusión de polipropileno y copolímeros de polipropileno se muestra, con temperatura demasiado alta, reducción de peso molecular. Además, el polipropileno y los copolímeros de polipropileno reaccionan con el oxígeno del aire en el ciclo de auto-oxidación con formación de componentes de bajo peso molecular de olor intenso y, por tanto, molestos, tales como, por ejemplo, acetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos y alcoholes.

En la extrusión de poli(cloruro de vinilo) se disocia, con temperatura demasiado alta, del poli(cloruro de vinilo) con decoloración gas corrosivo de ácido clorhídrico, actuando el ácido clorhídrico, a su vez, catalíticamente en la escisión posterior de ácido clorhídrico.

- 25 En la extrusión de poliestireno se forma, con temperatura demasiado alta, estireno perjudicial para la salud así como estireno dimérico y trimérico, con reducción de peso molecular y empeoramiento correspondiente de las propiedades mecánicas.

En la extrusión de copolímero de poliestireno-acrilonitrilo (SAN) se colorea el producto bajo esfuerzo térmico hacia amarillo, lo que conduce a transparencia disminuida y forma el monómero cancerígeno acrilonitrilo así como estireno con reducción de peso molecular y empeoramiento de las propiedades mecánicas.

- 30 En la extrusión de policarbonatos aromáticos se colorea, bajo esfuerzo térmico demasiado elevado, particularmente bajo influencia del oxígeno, hacia amarillo, lo que conduce a transparencia disminuida y muestra reducción en el peso molecular, particularmente bajo influencia de agua. También se re-disocian bajo temperatura elevada monómeros tales como, por ejemplo, bisfenol A.

35 En la extrusión de poliésteres, tales como, por ejemplo, poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno), poli(tereftalato de trimetileno) o polilactidas se obtiene, con temperatura demasiado alta e influencia de agua, una disminución en el peso molecular y desplazamiento de los grupos terminales en la molécula. Esto es problemático sobre todo en el reciclaje de poli(tereftalato de etileno). El poli(tereftalato de etileno) disocia acetaldehído con temperatura alta, lo que puede conducir, por ejemplo, a modificaciones en el sabor del contenido de botellas de bebida.

- 40 En la extrusión de termoplásticos modificados al impacto con cauchos de dieno, particularmente con caucho de butadieno, particularmente tipos de poliestireno modificados al impacto (HIPS) y SAN (acrilonitrilo-butadieno-estireno, ABS) modificado al impacto se disocia, con temperatura demasiado alta, butadieno cancerígeno así como vinilciclohexeno tóxico. Además se reticula el caucho de dieno, de tal manera que aparecen empeoramientos de las propiedades mecánicas del producto.

- 45 En la extrusión de polioximetileno se disocia, con temperatura demasiado alta, formaldehído tóxico.

En la extrusión de poliamidas tales como poliamida 6, poliamida 6,6, poliamida 4,6, poliamida 11 y poliamida 12, una temperatura demasiado alta conduce a coloraciones del producto y a reducción del peso molecular y a la recuperación de monómeros y dímeros y, por tanto, al empeoramiento de las propiedades mecánicas, sobre todo en presencia de agua.

- 50 En la extrusión de poliuretanos termoplásticos, una temperatura demasiado alta conduce a modificaciones de la estructura molecular mediante transuretanización y, en presencia de agua, a reducción de peso molecular. Ambas cosas influyen en las propiedades del poliuretano termoplástico de forma indeseada.

En la extrusión de poli(metacrilato de metilo) se disocia, bajo esfuerzo térmico demasiado alto, con reducción de peso molecular metacrilato de metilo, lo que conduce a molestias por olores y a propiedades mecánicas

empeoradas.

En la extrusión de poli(sulfuro de fenileno) se disocian, con temperatura demasiado alta, compuestos orgánicos e inorgánicos que contienen azufre que conducen a molestia por olores y que pueden conducir a la corrosión de las herramientas de extrusión. También en este caso se forman oligómeros y monómeros de bajo peso molecular y se reduce el peso molecular, lo que empeora las propiedades mecánicas de poli(sulfuro de fenileno).

En la extrusión de polifenilsulfona se disocian a temperatura demasiado alta compuestos orgánicos, sobre todo en presencia de agua. También se reduce el peso molecular, por lo que empeoran las propiedades mecánicas.

En la extrusión de polifeniléneter se disocian a temperatura demasiado alta compuestos orgánicos de bajo peso molecular, reduciéndose el peso molecular. Esto conduce a un empeoramiento de las propiedades mecánicas del producto.

En la extrusión de cauchos de dieno, tales como, por ejemplo, polibutadieno (BR), caucho natural (NR) y poliisopreno sintético (IR), caucho de butilo (IIR), caucho de clorobutilo (CIIR), caucho de bromobutilo (BIIR), caucho de estireno-butadieno (SBR), policloropreno (CR), caucho de butadieno-acrilonitrilo (NBR), caucho de butadieno-acrilonitrilo parcialmente hidrogenado (HNBR) así como copolímeros de etileno-propileno-dieno (EPDM) se forma a temperatura demasiado alta mediante reticulación gel, que conduce al empeoramiento de las propiedades mecánicas de las piezas de construcción producidas a partir de esto. Con caucho de cloro- y bromobutilo puede escindirse a temperatura elevada gas corrosivo de ácido clorhídrico o bromuro de hidrogeno que, a su vez, cataliza la descomposición adicional del polímero.

En la extrusión de mezclas de caucho que contienen vulcanizadores, tales como, por ejemplo, azufre o peróxidos, debido a temperaturas demasiado altas se llega a la vulcanización prematura. Esto conduce a que a partir de estas mezclas de caucho ya no se pueden producir productos.

En la extrusión de mezclas de uno o varios polímeros a temperaturas demasiado altas aparecen, respectivamente, las desventajas de la extrusión de los polímeros individuales.

El procedimiento parcial de la desgasificación de polímeros durante la fabricación se lleva a cabo en las denominadas extrusoras de desgasificación. Las extrusoras de desgasificación se conocen en principio por el experto y están descritas, por ejemplo, en [1]. Son caracterizadoras de las extrusoras de desgasificación las denominadas cúpulas de desgasificación. Estas son carcasas con aberturas a través de las cuales pueden escapar los vahos generados. Distintas cúpulas de desgasificación se pueden hacer funcionar, como es sabido, a distintas presiones cuando entre las cúpulas de desgasificación se acumula el producto, de tal manera que forma una obturación entre las distintas presiones.

Los elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención se usan, preferentemente, en zonas parcialmente llenas y de forma particularmente preferente en las zonas de desgasificación.

Una extrusora de desgasificación de acuerdo con la invención se puede alimentar de distinto modo con producto, dependiendo del tipo en el que se produce el polímero. En una variante preferente se alimenta la extrusora con una fase líquida que puede contener, además del polímero, también disolvente y, dado el caso, monómeros residuales. La forma en la que se producen los polímeros después de la reacción y, dado el caso, una evaporación previa se conocen por el experto. Son ejemplos de esto

- poliestireno con estireno residual y eventualmente etilbenceno, tolueno, xileno, butanona u otro disolvente
- copolímero de estireno y acrilonitrilo con estireno residual, acrilonitrilo residual y eventualmente etilbenceno, tolueno, xileno, butanona u otro disolvente
- polietileno lineal de baja o alta densidad, polietileno ramificado con disolvente tal como hexano, hexano técnico, propano, isobutano y monómeros tales como propileno, buteno-1, hexeno-1, 4-metilpenteno-1, octeno-1 (son procedimientos con suspensiones: procedimiento de CX de Mitsui Chemicals (hexano), procedimiento de Hostalen de Basell (hexano), Chevron Philips USA (isobutano), procedimiento de Borstar de Borealis (propano) Bélgica y DSM usa hexano en un procedimiento de disolvente). Los detalles de esto están descritos en [6] (Comparative Analysis of Various Polyethylen Production Technologies, Chem. And Petroleum Eng. Vol. 44, N° 7-8, 2008)
- policarbonato con disolvente, por ejemplo, clorobenceno y cloruro de metileno
- poli(metacrilato de metilo) con monómero, es decir, metacrilato de metilo

En una variante preferente se suministra a una extrusora de desgasificación alimentada de forma líquida el producto con una denominada desgasificación de retorno. A este respecto se introduce una solución polimérica, dado el caso, precalentada en una extrusora de dos tornillos sin fin y en ese lugar produce espuma. Entonces, los gases se evacúan a través de los pasos de la extrusora de dos tornillos sin fin hacia atrás a una cúpula de desgasificación. Generalmente, una desgasificación de retorno de este tipo es estado de la técnica y está descrita, por ejemplo, en [1] en las páginas 193-195. La concentración de policarbonato de la solución, en este caso, a la entrada en la extrusora está preferentemente entre el 55% en masa y el 95% en masa, de forma particularmente preferente entre el 65% en masa y el 90% en masa.

Otra variante preferente para suministrar el producto a una extrusora de desgasificación alimentada de forma líquida consiste en una evaporación instantánea (flash) en la entrada de la extrusora. Se prefiere una evaporación instantánea directamente sobre la extrusora, de tal manera que la masa fundida parcialmente desgasificada cae directamente sobre los árboles del tornillo sin fin. Los vahos producidos durante la evaporación instantánea se retiran preferentemente de un recipiente de separación que se encuentra asimismo sobre la extrusora mediante una o varias conducciones de vaho. La temperatura de la solución polimérica está preferentemente en el intervalo de 180 °C a 300 °C, de forma particularmente preferente entre 200 °C y 250 °C. La evaporación instantánea se realiza preferentemente en un intervalo de presión entre 0,03 MPa abs y 0,6 MPa abs, de forma particularmente preferente entre 0,05 MPa abs y 0,2 MPa abs.

Otra variante preferente para suministrar producto a una extrusora de desgasificación alimentada de forma líquida consiste en un intercambiador de calor de haz tubular en la entrada de la extrusora que está dispuesto por encima de los árboles de la extrusora, de tal manera que la solución polimérica parcialmente desgasificada que sale de los tubos puede caer directamente sobre los árboles. Entre la salida del intercambiador de calor de haz tubular y los árboles de la extrusora se encuentra además un recipiente de separación, en el que se separan unos de otros los vahos y la solución polimérica y que dispone de al menos una salida para los vahos. La solución polimérica se introduce a través de una abertura de entrada en el extremo superior del evaporador de tubo descendente y se suministra a través de un fondo de distribuidor a múltiples tubos que se calientan desde el exterior. Preferentemente se realiza el calentamiento a través de vapor de agua que se condensa, un portador de calor orgánico que se condensa o a través de un portador de calor orgánico líquido. A través de la superficie interna de los tubos se aporta la energía térmica para la evaporación de disolvente en la masa fundida de policarbonato. A este respecto se evaporan partes de disolvente y conforman una mezcla bifásica de gas-líquido. De esta manera se evita de forma dirigida un sobrecalentamiento de la masa fundida polimérica. El disolvente en forma de vapor que se escapa causa un entremezclado constante y renovación superficial de la masa fundida polimérica, lo que causa su concentración más eficaz. De esta manera se suministra a la extrusora de evaporación una masa fundida de policarbonato claramente más concentrada, de tal manera que tanto la aportación de energía como el tiempo de permanencia de la masa fundida de policarbonato en la extrusora pueden ser menores, para dar lugar a una desgasificación residual igual o incluso mayor de la masa fundida de policarbonato. Preferentemente, la concentración de la solución polimérica a la entrada en el intercambiador de calor de haz tubular está entre el 50 y el 80% en peso. La temperatura de calentamiento de los tubos es de 240 °C a 360 °C, preferentemente de 250 °C a 340 °C y de forma muy particularmente preferente de 260 °C a 300 °C. La concentración de polímero a la entrada en la extrusora está entre el 80 y el 99% en peso, preferentemente del 90 al 99% en peso. La presión en el recipiente de separación está, preferentemente, entre 0,03 MPa abs y 0,6 MPa abs, de forma particularmente preferente entre 0,05 MPa abs y 0,2 MPa abs.

Otra manera preferente para alimentar con producto una extrusora de desgasificación alimentada de forma líquida consiste en un evaporador de espuma, tal como está descrito, por ejemplo, en el documento EP 1 740 638 para policarbonato. Un evaporador de espuma puede estar compuesto, por ejemplo, de un haz de tubos o un cuerpo de boquilla. Desde las aberturas del evaporador de espuma se forma espuma en la masa fundida polimérica y se libera de disolvente residual a excepción de reducidos contenidos residuales.

Este evaporador de espuma está dispuesto, preferentemente, por encima de los árboles de la extrusora, de tal manera que la solución polimérica que sale de los tubos puede caer directamente sobre los árboles. Entre la salida del intercambiador de calor de haz tubular y los árboles de la extrusora se encuentra, además, un recipiente de separación, en el que se separan unos de otros los vahos y la solución polimérica y que dispone de al menos una salida para los vahos.

De forma particularmente preferente se usa como solución polimérica una solución de policarbonato.

En este caso, la concentración de la solución de policarbonato a la entrada del evaporador de espuma está entre el 90% en peso y el 99,95% en peso. Opcionalmente se ha añadido a la solución de policarbonato, además, un agente espumante tal como, por ejemplo, nitrógeno, CO₂. La presión de vapor del agente espumante junto con el disolvente residual es de 0,01 a 10 MPa, preferentemente de 0,05 a 6 MPa y de forma particularmente preferente de 0,1 a 4 MPa. La presión en el separador asciende a A través de las aberturas del evaporador de espuma se divide la solución polimérica en subcorrientes entre 10 y 2000 Pa. La temperatura de la solución polimérica está entre 250 °C y 340 °C. La presión en el recipiente de separación se encuentra, preferentemente, entre 10 y 2000 Pa.

La Figura 6 muestra una extrusora de desgasificación de acuerdo con la invención. En la zona A se añade, a través de un tubo de evaporación instantánea 1, la solución de policarbonato a la extrusora. Los vahos se separan en el recipiente de desgasificación 2 de la solución de policarbonato. Las zonas C, E, G J y L son zonas de desgasificación. Los vahos liberados en ese lugar se retiran en las cúpulas de desgasificación 3. Las zonas B, D, F y H son zonas de acumulación, en las que se genera debido a un elemento de acumulación un tapón de producto que posibilita el ajuste de diferentes presiones en las zonas respectivamente adyacentes. En la zona K se añade adicionalmente un agente de arrastre para diseñar de forma más eficaz la desgasificación en la zona L. En la zona M se mezcla el polímero con una corriente lateral con aditivos y se genera la presión para la filtración y la boquilla que siguen a la extrusora.

- La Figura 7 muestra una extrusora de desgasificación de acuerdo con la invención adicional. En la zona A se añade a través de un precalentador 1 vertical la solución de policarbonato a la extrusora. Los vahos se separan en el recipiente de desgasificación 2 de la solución de policarbonato. Las zonas C, E, G J y L son zonas de desgasificación. Los vahos que se liberen en ese lugar se retiran en las cúpulas de desgasificación 3. Las zonas B, D, F y H son zonas de acumulación, en las que debido a un elemento de acumulación se genera un tapón de producto que posibilita el ajuste de diferentes presiones en las zonas respectivamente adyacentes. En la zona K se añade adicionalmente un agente de arrastre para diseñar de forma más eficaz la desgasificación en la zona L. En la zona M se mezcla el polímero con una corriente lateral con aditivos y se genera la presión para la filtración y la boquilla que siguen a la extrusora.
- La Figura 8 muestra otra extrusora de desgasificación de acuerdo con la invención con un evaporador de espuma en la entrada. En la zona A se añade a la extrusora a través de un evaporador de espuma 1 la solución de policarbonato. Los vahos se separan de la solución de policarbonato en el separador 2. En las zonas B, D, F y H se añade y dispersa, respectivamente, agente de arrastre. En las zonas C, E, G J y L se separan los constituyentes volátiles del polímero. En la zona K se mezcla el polímero con una corriente lateral con aditivos y, dado el caso, más polímero y se genera la presión para la filtración y la boquilla que siguen a la extrusora. Una extrusora de dos o varios árboles de acuerdo con la invención puede alimentarse durante la preparación de polímeros también con partículas. En este caso, una extrusora de acuerdo con la invención sirve, sobre todo, para la fusión, para la confección y para la mezcla con aditivos. La forma en la que se producen los polímeros después de la reacción y, dado el caso, una evaporación previa o precipitación se conocen por el experto. Son ejemplo de esto
- polipropileno, en el que el polímero se produce en forma de polvo después de la última reacción
 - polietileno de alta densidad de un procedimiento en fase gas o suspensión
 - polimerizados de emulsión tales como, por ejemplo, acrilonitrilo-butadieno-estireno después de la precipitación y, dado el caso, secado
- En el procesamiento es adecuada una extrusora de doble o varios árboles de acuerdo con la invención particularmente para funciones con desgasificación. A este respecto se obtienen ventajas particulares en la elaboración directa de poli(tereftalato de etileno) reciclado de artículos de botellas, en la que se realiza una desgasificación con esfuerzo mínimo por temperatura.
- De forma particularmente preferente se usa el procedimiento de acuerdo con la invención en la preparación y la composición de policarbonato. En este caso ofrece ventajas sobre todo en el color del policarbonato, con policarbonato no coloreado medido con el índice de amarillez (YI). Los elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención se usan, en este caso, de forma particularmente preferente en la zona de desgasificación.
- Los difenoles adecuados para el procedimiento de acuerdo con la invención para la preparación de policarbonato están descritos reiteradamente en el estado de la técnica.
- Son difenoles adecuados, por ejemplo, hidroquinona, resorcina, dihidroxidifenilo, bis-(hidroxifenil)-alcanos, bis(hidroxifenil)-cicloalcanos, bis-(hidroxifenil)-sulfuros, bis-(hidroxifenil)-éteres, bis-(hidroxifenil)-cetonas, bis-(hidroxifenil)-sulfonas, bis-(hidroxifenil)-sulfóxidos, α,α' -bis-(hidroxifenil)-diisopropilbencenos así como sus compuestos alquilados, alquilados en el núcleo y halogenados en el núcleo.
- Son difenoles preferentes el 4,4'-dihidroxidifenilo, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-1-fenil-propano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-fenil-etano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)propano, 2,4-bis-(4-hidroxifenil)-2-metilbutano, 1,3-bis-[2-(4-hidroxifenil)-2-propil]benceno (bisfenol M), 2,2-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-propano, bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-metano, 2,2-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-propano, bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-sulfona, 2,4-bis-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-2-metilbutano, 1,3-bis-[2-(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-2-propil]-benceno y 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetilciclohexano (bisfenol TMC).
- Son difenoles particularmente preferentes 4,4'-dihidroxidifenilo, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-fenil-etano, 2,2-bis-(4-hidroxifenil)-propano, 2,2-bis(3,5-dimetil-4-hidroxifenil)-propano, 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-ciclohexano y 1,1-bis-(4-hidroxifenil)-3,3,5-trimetilciclohexano (Bisfenol TMC).
- En el caso de los homopolicarbonatos se usa solamente un difenol, en el caso de los copolicarbonatos se usan varios difenoles, pudiendo estar contaminados evidentemente los difenoles usados, al igual que también todos los demás productos químicos y coadyuvantes añadidos a la síntesis, con las impurezas procedentes de su propia síntesis, manipulación y almacenamiento, a pesar de que es deseable trabajar con materias primas lo más limpias posibles.
- Los terminadores de cadena monofuncionales necesarios para la regulación del peso molecular, tales como, por ejemplo, fenol o alquilfenoles, particularmente fenol, *p-terc*-butilfenol, *iso*-octilfenol, cumilfenol, sus ésteres de ácido clorocarbónico o cloruros de ácido de ácidos monocarboxílicos o mezclas de estos terminadores de cadena se suministran con el bisfenolato o los bisfenolatos a la reacción o, sin embargo, se añaden en cualquier momento discrecional a la síntesis, siempre que en la mezcla de reacción todavía esté presente fosgeno o grupos terminales

de ácido clorocarbónico o, en el caso de los cloruros de ácido y ésteres de ácido clorocarbónico como terminadores de cadena, siempre que estén disponibles suficientes grupos terminales fenólicos del polímero que se está formando. Sin embargo, preferentemente, el o los terminadores de cadena se añaden después de la fosgenación en un lugar o en un momento en el que ya no hay presente fosgeno, sin embargo, el catalizador todavía no se ha añadido. Como alternativa se pueden añadir también antes del catalizador, junto con el catalizador o en paralelo.

Del mismo modo se añaden, dado el caso, ramificadores o mezclas de ramificadores a la síntesis. Habitualmente, sin embargo, los ramificadores se añaden antes de los terminadores de cadena. Por norma general se usan trisfenoles, cuaterfenoles o cloruros de ácido de ácidos tri- o tetracarboxílicos o mezclas de los polifenoles o de los cloruros de ácido. Algunos de los compuestos adecuados como ramificadores con tres o más de tres grupos hidroxilo fenólicos son, por ejemplo, floroglucina, 4,6-dimetil-2,4,6-tri-(4-hidroxifenil)-hepteno-2, 4,6-dimetil-2,4,6-tri-(4-hidroxifenil)-heptano, 1,3,5-tri-(4-hidroxifenil)-benceno, 1,1,1-tri-(4-hidroxifenil)-etano, tri-(4-hidroxifenil)-fenilmetano, 2,2-bis-(4,4-bis-(4-hidroxifenil)-ciclohexil)-propano, 2,4-bis-(4-hidroxifenil-isopropil)-fenol, tetra-(4-hidroxifenil)-metano.

Algunos de los otros compuestos trifuncionales son ácido 2,4-dihidroxibenzoico, ácido trimesínico, cloruro cianúrico y 3,3-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-2-oxo-2,3-dihidroindol.

Son ramificadores preferentes 3,3-bis-(3-metil-4-hidroxifenil)-2-oxo-2,3-dihidroindol y 1,1,1-tri-(4-hidroxifenil)-etano.

Los catalizadores usados preferentemente en la síntesis de interfase de policarbonato son aminas terciarias, particularmente trietilamina, tributilamina, trioctilamina, *N*-etilpiperidina, *N*-metilpiperidina, *N*-*i*/*n*-propilpiperidina, sales de amonio cuaternario tales como hidróxido, cloruro, bromuro, hidrogenosulfato, tetrafluoroborato de tetrabutilamonio, tributilbencilamonio, tetraetilamonio así como los compuestos de fosfonio correspondientes a los compuestos de amonio. Estos compuestos están descritos en la bibliografía como catalizadores de interfase típicos, están disponibles en el mercado y son conocidos por el experto. Los catalizadores se pueden añadir en solitario, en una mezcla o incluso uno al lado de otro y sucesivamente a la síntesis, dado el caso, también antes de la fosgenación, sin embargo, son preferentes dosificaciones después de la aportación de fosgeno, a no ser que use un compuesto de onio o una mezcla de compuestos de onio como catalizadores. En este caso es preferente una adición antes de la dosificación de fosgeno. La dosificación del catalizador o de los catalizadores puede realizarse en sustancia, en un disolvente inerte, preferentemente el disolvente de la síntesis de policarbonato o incluso como solución acuosa, en el caso de las aminas terciarias entonces como sus sales de amonio con ácidos, preferentemente ácidos minerales, particularmente ácido clorhídrico. Con el uso de varios catalizadores o la dosificación de subconjuntos de la cantidad total de catalizador naturalmente se pueden llevar a cabo también distintas formas de dosificación en distintos lugares o en distintos momentos. La cantidad total de los catalizadores usados se encuentra en el 0,001 al 10% en moles con respecto a los moles de bisfenoles usados, preferentemente del 0,01 al 8% en moles, de forma particularmente preferente del 0,05 al 5% en moles.

La realización de la síntesis de policarbonato puede tener lugar de forma continua o discontinua. Por tanto, la reacción puede realizarse en reactores de agitación, reactores tubulares, reactores de bombeo circular o cascadas de reactores de agitación o combinaciones de los mismos. A este respecto, mediante el uso de los órganos de mezcla que ya se han mencionado, ha de asegurarse que la fase acuosa y orgánica en la medida de lo posible solamente se separen cuando haya terminado de reaccionar la mezcla de síntesis, es decir, ya no contenga cloro saponificable de fosgeno o ésteres de ácido clorocarbónico.

Después de la aportación del fosgeno puede ser ventajoso mezclar un cierto tiempo la fase orgánica y la fase acuosa antes de que se añadan, dado el caso, ramificador, siempre que el mismo no se dosifique junto con bisfenolato, terminador de cadena y catalizador. Un tiempo de reacción posterior de este tipo puede ser ventajoso después de cada dosificación. Estos tiempos de agitación posterior están en 10 segundos a 60 minutos, preferentemente de 30 segundos a 40 minutos, de forma particularmente preferente de 1 a 15 minutos.

La fase orgánica puede estar compuesta de un disolvente o de mezclas de varios disolventes. Son disolventes adecuados los hidrocarburos clorados (alifáticos y/o aromáticos), preferentemente diclorometano, tricloroetileno, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano y clorobenceno y sus mezclas. Sin embargo, se pueden usar también hidrocarburos aromáticos tales como benceno, tolueno, *m/p/o*-xileno o éteres aromáticos tales como anisol en solitario, en mezcla o junto con hidrocarburos clorados. Otra forma de realización de la síntesis usa disolventes que no disuelven el policarbonato sino que solamente expanden el mismo. Por tanto, se pueden usar también no disolventes para policarbonato en combinación con disolventes. A este respecto, como disolvente se pueden usar también disolventes solubles en la fase acuosa, tales como tetrahidrofurano, 1,3/1,4-dioxano o 1,3-dioxolano cuando el compañero de disolvente forma la segunda fase orgánica.

La mezcla de reacción de al menos dos fases que ha terminado de reaccionar que contiene como mucho todavía trazas (<2 ppm) de ésteres de ácido clorocarbónico, se deja reposar para la separación de fases. La fase alcalina acuosa se devuelve eventualmente en su totalidad o parcialmente a la síntesis de policarbonato como fase acuosa o, sin embargo, se suministra al acondicionamiento de aguas residuales, donde se separan y devuelven fracciones de disolvente y catalizador. En otra variante del procesamiento después de la separación de las impurezas orgánicas, particularmente de disolventes y restos poliméricos y, dado el caso, después del ajuste de un valor

determinado de pH, por ejemplo, mediante adición de hidróxido sódico, se separa la sal que se puede suministrar, por ejemplo, a la electrolisis cloro-alkalina mientras que se suministra la fase acuosa, dado el caso, de nuevo a la síntesis.

La fase orgánica que contiene el policarbonato puede purificarse ahora de todas las contaminaciones de tipo alcalino, iónico o catalítico. La fase orgánica contiene, incluso después de uno o varios procesos de sedimentación, todavía fracciones de la fase alcalina acuosa en gotas finas así como el catalizador, por norma general una amina terciaria. Los procesos de sedimentación pueden respaldarse, dado el caso, haciendo que la fase orgánica atraviese recipientes de sedimentación, reactores de agitación, coalescedores o separadores o combinaciones de los mismos, pudiéndose dosificar, dado el caso, agua en cada una o en algunas etapas de separación, en determinadas circunstancias usando órganos de mezcla activos o pasivos.

Después de esta separación general de la fase acuosa alcalina se lava la fase orgánica una o varias veces con ácidos diluidos, ácidos minerales, carboxílicos, hidroxicarboxílicos y/o sulfónicos. Son preferentes ácidos minerales acuosos, particularmente ácido clorhídrico, ácido fosforoso y ácido fosfórico o mezclas de estos ácidos. La concentración de estos ácidos debería encontrarse en el intervalo del 0,001 al 50% en peso, preferentemente del 0,01 al 5% en peso.

Además se lava repetidas veces la fase orgánica con agua desmineralizada o destilada. La separación de la fase orgánica dispersada, dado el caso, con partes de la fase acuosa después de las etapas de lavado individuales tiene lugar mediante tanques de sedimentación, reactores de agitación, coalescedores o separadores o combinaciones de los mismos, pudiéndose dosificar el agua de lavado entre las etapas de lavado, dado el caso, mediante el uso de órganos de mezcla activos o pasivos.

Entre estas etapas de lavado o incluso después del lavado pueden añadirse, dado el caso, ácidos, preferentemente disueltos en el disolvente en el que se basa la solución polimérica. Preferentemente se usan en este caso gas de cloruro de hidrógeno y ácido fosfórico o ácido fosforoso que se pueden usar, dado el caso, también como mezclas.

Esta solución purificada se suministra entonces en la siguiente etapa a la extrusora de evaporación de acuerdo con la invención con geometrías de tornillo sin fin particulares.

Los policarbonatos obtenidos según el procedimiento de acuerdo con la invención, para modificar las propiedades se pueden proveer de los aditivos y auxiliares habituales (por ejemplo, coadyuvantes y materias de refuerzo). La adición de aditivos y auxiliares sirve para prolongar la duración de uso (por ejemplo, estabilizadores de hidrólisis o degradación), para mejorar la estabilidad del color (por ejemplo, termoestabilizadores y estabilizadores de UV), para simplificar el procesamiento (por ejemplo, agentes de desmoldeo, coadyuvantes de flujo), para mejorar las propiedades de uso (por ejemplo, antiestáticos), para mejorar la protección a la llama, para influir en la impresión óptica (por ejemplo, colorantes orgánicos, pigmentos) o para adaptar las propiedades del polímero a determinados esfuerzos (modificadores al impacto, minerales finamente distribuidos, fibras, polvo de cuarzo, fibras de vidrio y carbono).

A continuación se explica con más detalle la invención mediante la Figura 1 que representa un ejemplo de realización.

La solución polimérica se suministra a través de un suministro 1 al intercambiador de calor de haz tubular 2 abierto hacia abajo. El intercambiador de calor de haz tubular se calienta con un medio calefactor que se suministra en 3 y que se evacua en 4. Al final de los tubos, la solución polimérica se distiende al recipiente de separación 5 que está dispuesto directamente sobre la extrusora. El gas liberado se evacua a través de la conducción de vahos 6. El producto cae directamente en la zona de entrada 7 de la extrusora y se suministra a través de una zona de obturación 8 a la primera zona de desgasificación 9, que dispone de una cúpula de desgasificación 10. A esto siguen otras zonas de acumulación 8 y zonas de desgasificación 9. Delante de la última cúpula de desgasificación en la zona de amasado 11 se añade nitrógeno a través del punto de adición 12. En el punto de adición 13 se añaden además aditivos y, dado el caso, polímero fundido que se mezclan en la zona de formación de presión y de mezcla 14 con la corriente de polímero.

Los siguientes ejemplos sirven para la explicación ilustrativa de la invención y no se tienen que entender como una limitación.

La viscosidad relativa del policarbonato se determina como relación de la viscosidad de una solución polimérica y la viscosidad del disolvente puro. Se establece generalmente en diclorometano a una concentración de 5 g de polímero a un litro de disolvente a 25 °C.

Ejemplo comparativo 1

6750 kg/h de una solución con el 65% de policarbonato se alimentan en una extrusora de desgasificación según la Figura 6. La temperatura de la solución antes de la evaporación instantánea asciende a 230 °C. Todas las zonas están realizadas con elementos de tornillo sin fin según el estado de la técnica. Las zonas A a L están realizadas con elementos de dos pasos, la zona M, con elementos de tres pasos. La viscosidad en solución relativa del

policarbonato asciende a 1,295. La velocidad de giro de la extrusora asciende a 350/min. La presión en la entrada (zona A) asciende a 0,14 MPa abs, la presión en las zonas C, E, G, J y L se disminuye gradualmente de 0,1 MPa abs a 500 Pa abs. En la zona K se añaden 15 kilogramos por hora de nitrógeno como agente de arrastre y se dispersan.

- 5 La temperatura después de la extrusora de evaporación es de 398,4 °C, el contenido residual de clorobenceno, menor de 400 ppm. El índice de amarillez asciende a 1,9.

Ejemplo 2

- 10 6750 kg/h de una solución con el 65% de policarbonato se alimentan en una extrusora de desgasificación según la Figura 6. La temperatura de la solución antes de la evaporación instantánea asciende a 230 °C. Las zonas A, B, C, D, E, F, G y M están realizadas con elementos de tornillo sin fin según el estado de la técnica. Las zonas J, K y L están realizadas con elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención. La viscosidad en solución relativa del policarbonato asciende a 1,295. La velocidad de giro de la extrusora asciende a 350/min. La presión en la entrada (zona A) asciende a 0,14 MPa abs, la presión en las zonas C, E, G, J y L se disminuye gradualmente de 0,1 MPa abs a 500 Pa abs. En la zona K se añaden 15 kilogramos por hora de nitrógeno como agente de arrastre y se dispersan.

15 La temperatura después de la extrusora de evaporación es 386,7 °C, el contenido residual de clorobenceno, menor de 400 ppm. El índice de amarilleamiento asciende a 1,5.

Ejemplo comparativo 3

- 20 7500 kg/h de una solución con el 65% de policarbonato se alimentan en una extrusora de desgasificación según la Figura 7. La solución se precalienta antes de la entrada en la extrusora con un intercambiador de calor de haz tubular 1. Todas las zonas están realizadas con elementos de tornillo sin fin según el estado de la técnica. Las zonas A a L están realizadas con elementos de dos pasos, la zona M, con elementos de tres pasos. La viscosidad en solución relativa del policarbonato asciende a 1,295. La velocidad de giro de la extrusora asciende a 350/min. La presión en la entrada (zona A) asciende a 0,14 MPa abs, la presión en las zonas C, E, G, J y L se desciende gradualmente de 0,1 MPa abs a 500 Pa abs. En la zona K se añaden 15 kilogramos por hora de nitrógeno como agente de arrastre y se dispersan.

25 La temperatura después de la extrusora de evaporación es de 399,2 °C, el contenido residual de clorobenceno, menor de 400 ppm y el índice de amarillez asciende a 2,2.

Ejemplo 4

- 30 7500 kg/h de una solución con el 65% de policarbonato se alimentan en una extrusora de desgasificación según la Figura 6. La temperatura de la solución antes de la evaporación instantánea asciende a 230 °C. Las zonas A, B, C, D, E, F, G y M están realizadas con elementos de tornillo sin fin según el estado de la técnica. Las zonas J, K y L están realizadas con elementos de tornillo sin fin de acuerdo con la invención. La viscosidad en solución relativa del policarbonato asciende a 1,295. La velocidad de giro de la extrusora asciende a 350/min. La presión en la entrada (zona A) asciende a 0,14 MPa abs, la presión en las zonas C, E, G, J y L se disminuye gradualmente de 0,1 MPa abs a 500 Pa abs. En la zona K se añaden 15 kilogramos por hora de nitrógeno como agente de arrastre y se dispersan.

35 La temperatura después de la extrusora de evaporación es 388 °C, el contenido residual de clorobenceno, menor de 400 ppm y el índice de amarillez asciende a 1,7.

40

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la extrusión de masas plásticas usando elementos de tornillo sin fin para máquinas de tornillo sin fin de varios árboles con árboles de tornillo sin fin con el mismo sentido por pares y que raspan de forma exacta por pares, con dos o más filetes de tornillo sin fin Z, con separación entre ejes A y diámetro externo DE, **caracterizado porque** la suma de los ángulos de cresta de un par de elementos es mayor de 0 y menor de $2\pi - 4Z \arccos\left(\frac{A}{DE}\right)$ y presentan entre los elementos de tornillo sin fin y la carcasa y/o entre elementos de tornillo sin fin adyacentes holguras en el intervalo de 0,1 a 0,001 con respecto al diámetro del perfil de tornillo sin fin.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los perfiles de los elementos de tornillo sin fin del perfil de tornillo sin fin generatriz y generado están compuestos, respectivamente, de 6°Z o más arcos circulares con un radio mayor o igual a cero y menor o igual a A, convirtiéndose unos en otros forma tangencial los arcos circulares en sus puntos finales.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** respectivamente un par de los elementos de tornillo sin fin de los denominados arcos circulares correspondientes del perfil de tornillo sin fin generado y generatriz está **caracterizado porque**
 - los ángulos de arcos circulares correspondientes son igual de grandes,
 - la suma de los radios de arcos circulares correspondientes es igual a la separación entre ejes,
 - respectivamente una de las líneas de unión entre el punto central del arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz y sus puntos finales tiene un recorrido paralelo a, respectivamente, una de las líneas de unión entre el punto central del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado y sus puntos finales,
 - las direcciones en las que se encuentran los puntos finales del arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz desde el punto central del arco circular son respectivamente opuestas a las direcciones en las que se encuentran los puntos finales del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado desde el punto central del arco circular del perfil de tornillo sin fin generado,
 - el punto central del arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz tiene una separación con respecto al punto central del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado que se corresponde con la separación entre ejes,
 - la línea de unión entre el punto central del arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz y el punto central del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado es paralela a la línea de unión entre el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generatriz y el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generado,
 - la dirección en la que se tendría que desplazar el punto central del arco circular del perfil de tornillo sin fin generatriz para hacerlo coincidir con el punto central del arco circular correspondiente del perfil de tornillo sin fin generado es igual a aquella en la que se tendría que desplazar el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generatriz para hacerlo coincidir con el punto de giro del perfil de tornillo sin fin generado.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** a al menos un arco de cresta de un perfil de los elementos de tornillo sin fin se une un arco circular con radio 0.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** a al menos un arco de cresta de un perfil de los elementos de tornillo sin fin se une un arco circular con radio > 0 y menor de 0,1 veces el diámetro del tornillo sin fin.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los arcos de cresta y arcos de surco de los elementos de tornillo sin fin se alternan al girar alrededor de un perfil.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los elementos de tornillo sin fin tienen una cantidad de ejes de simetría que se corresponde con la del número de filetes.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los elementos de tornillo sin fin tienen una simetría de punto, pero no una simetría especular.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los elementos de tornillo sin fin están realizados como elementos de transporte.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los elementos de tornillo sin fin se usan en una zona de desgasificación o transporte.
11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las masas plásticas son termoplásticos o elastómeros.
12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** como termoplásticos se usa policarbonato, poliamida, poliéster, particularmente poli(tereftalato de butileno) y poli(tereftalato de etileno), poliéter, poliuretano termoplástico, poliacetal, fluoropolímero, particularmente poli(fluoruro de vinilideno), polietersulfonas,

poliolefina, particularmente polietileno y polipropileno, poliimida, poliacrilato, particularmente poli(metil)metacrilato, poli(óxido de fenileno), poli(sulfuro de fenileno), polietercetona, poliariletercetona, polimerizados de estireno, particularmente poliestireno, copolímeros de estireno, particularmente copolímero de estireno-acrilonitrilo, copolímeros de bloque de acrilonitrilo-butadieno-estireno, poli(cloruro de vinilo) o un combinado de al menos dos de los termoplásticos mencionados.

5

13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** como termoplástico se usa policarbonato o un combinado de policarbonato con otros polímeros.

14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** el policarbonato se ha preparado según el procedimiento de interfase o el procedimiento de transesterificación en masa fundida.

10

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** como elastómero se usa caucho de estireno-butadieno, caucho natural, caucho de butadieno, caucho de isopreno, caucho de etileno-propileno-dieno, caucho de etileno-propileno, caucho de butadieno-acrilonitrilo, caucho de nitrilo hidrogenado, caucho de butilo, caucho de halobutilo, caucho de cloropreno, caucho de etileno-acetato de vinilo, caucho de poliuretano, poliuretano termoplástico, gutapercha, caucho de arilato, caucho fluorado, caucho de silicona, caucho de sulfuro, caucho de clorosulfonilo-polietileno o una combinación de al menos dos de los elastómeros mencionados.

15

16. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** al polímero se añaden cargas o materias de refuerzo o aditivos poliméricos o pigmentos orgánicos o inorgánicos o mezclas de los mismos.

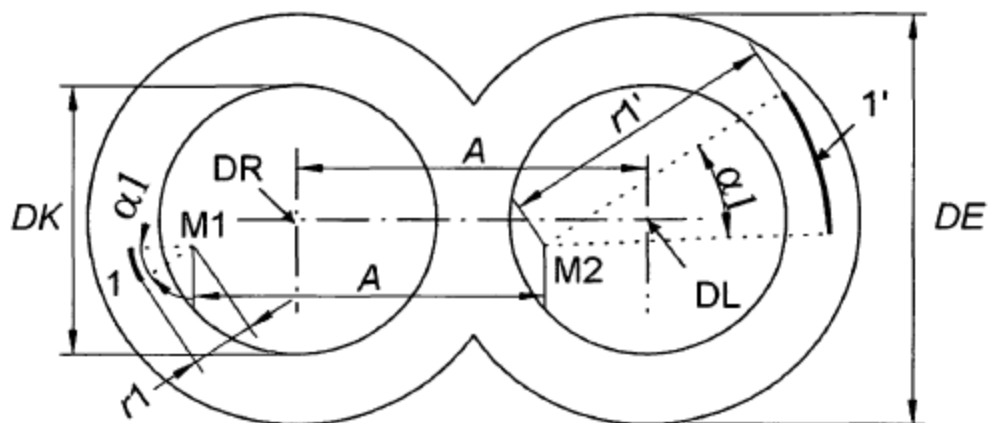


Fig. 1

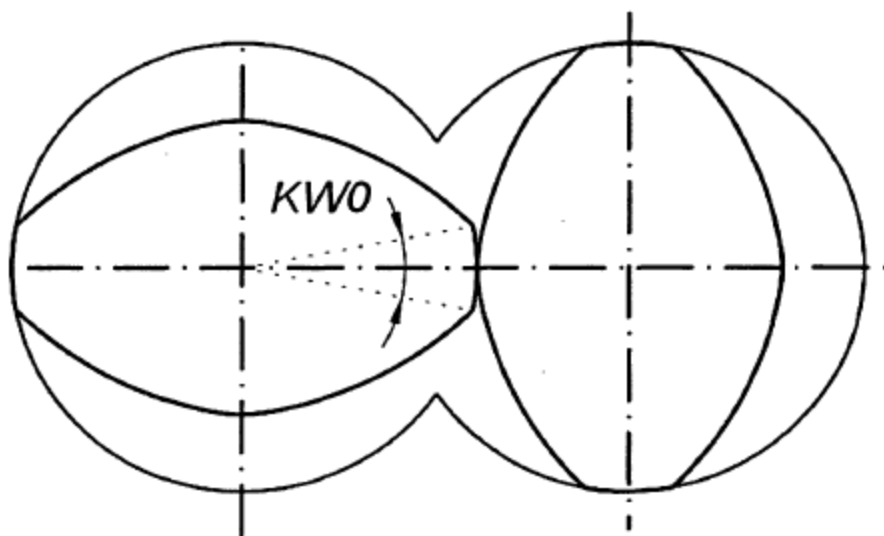


Fig. 2

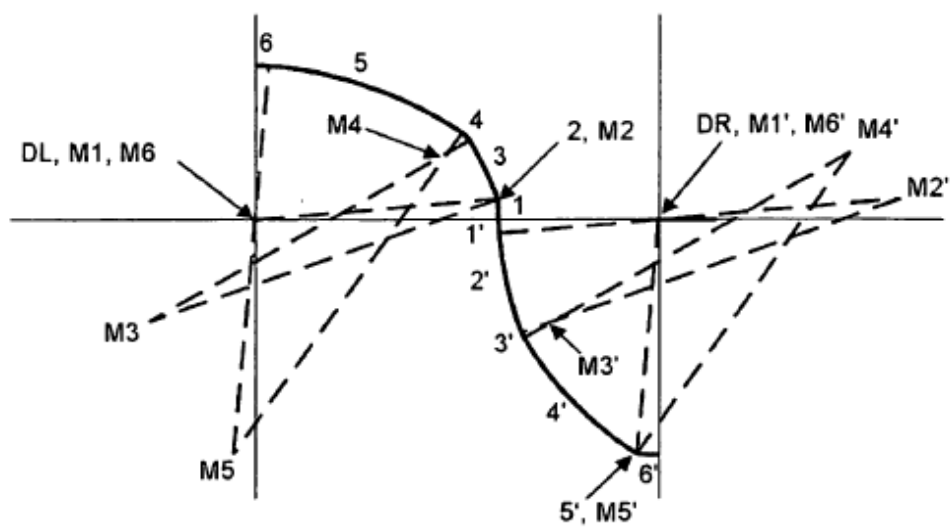


Fig. 3a

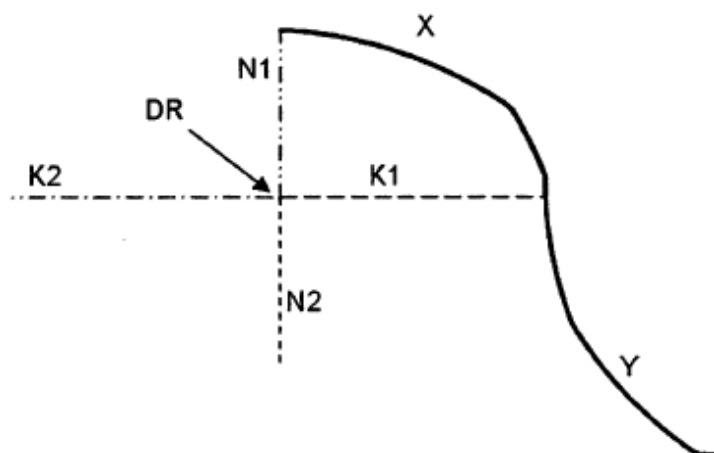


Fig. 3b

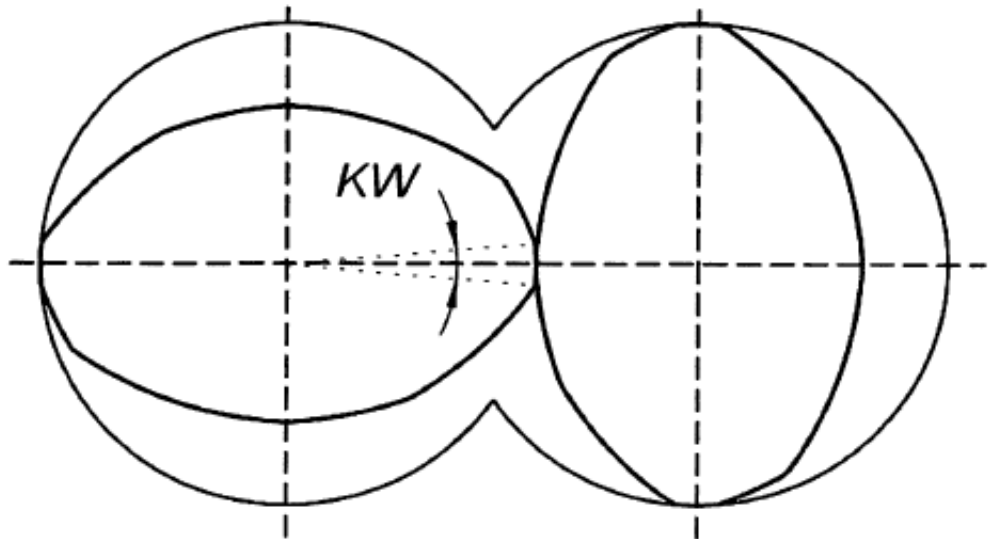


Fig. 4

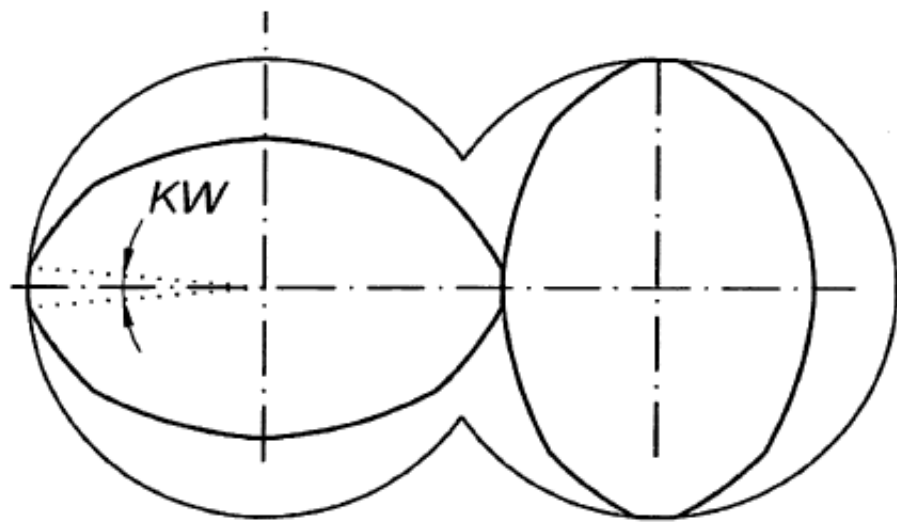


Fig. 5

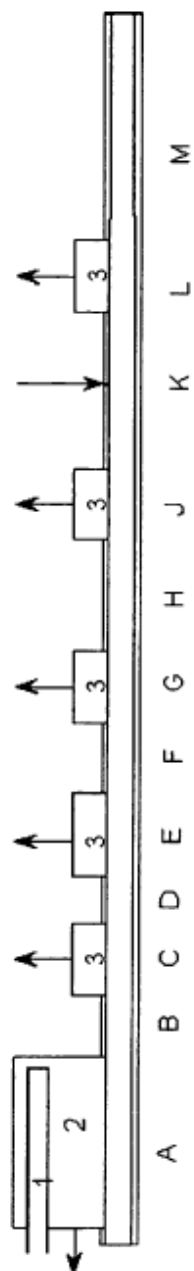


Fig. 6

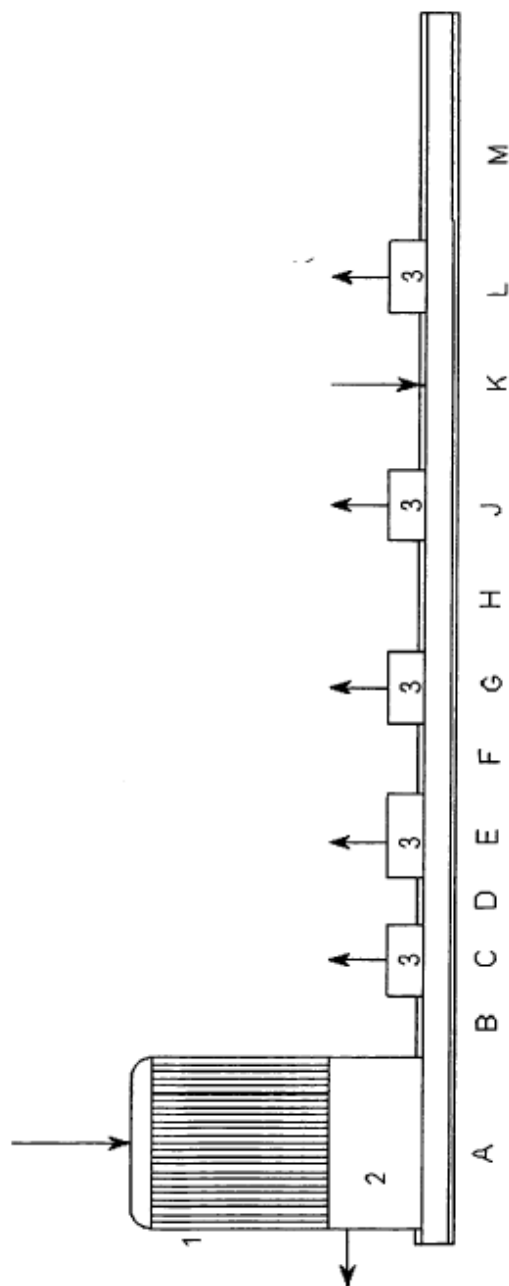


Fig. 7

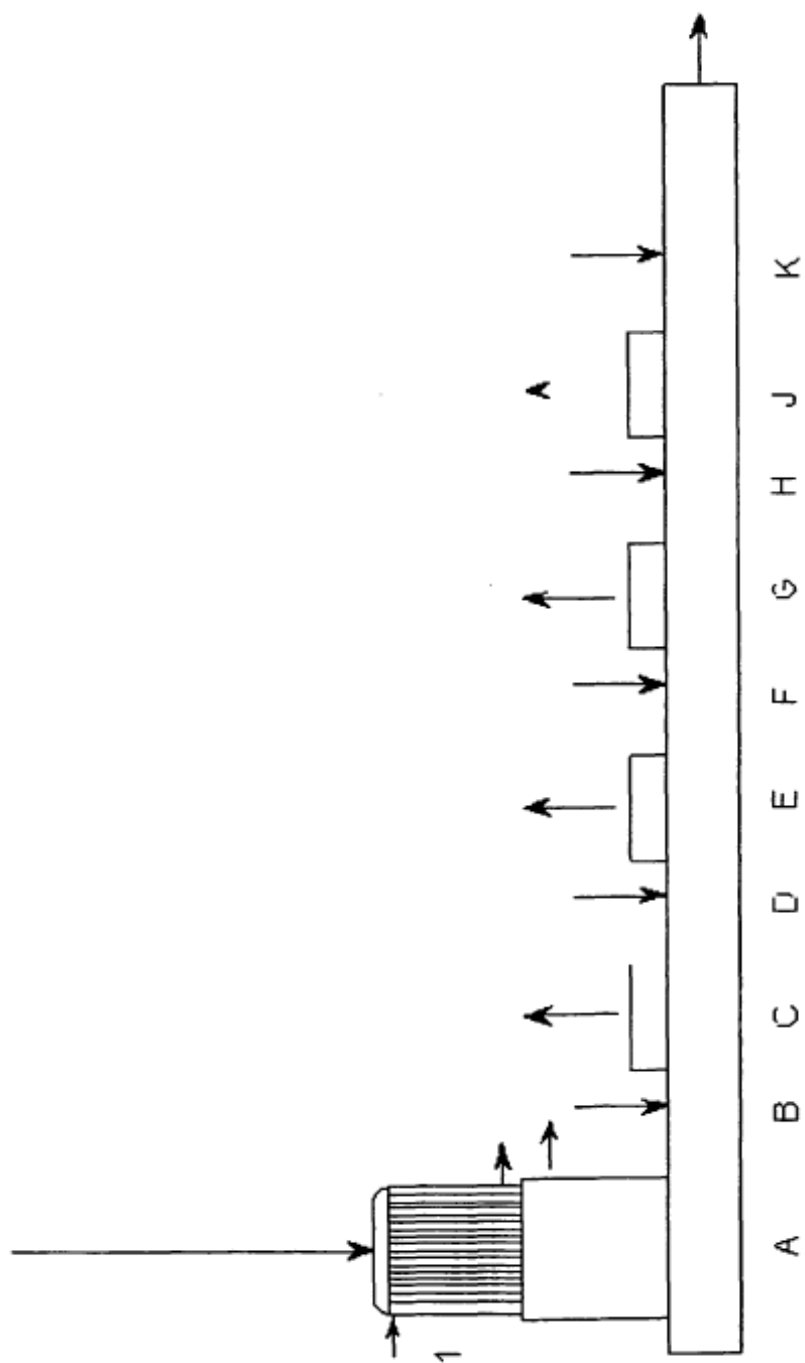


Fig. 8

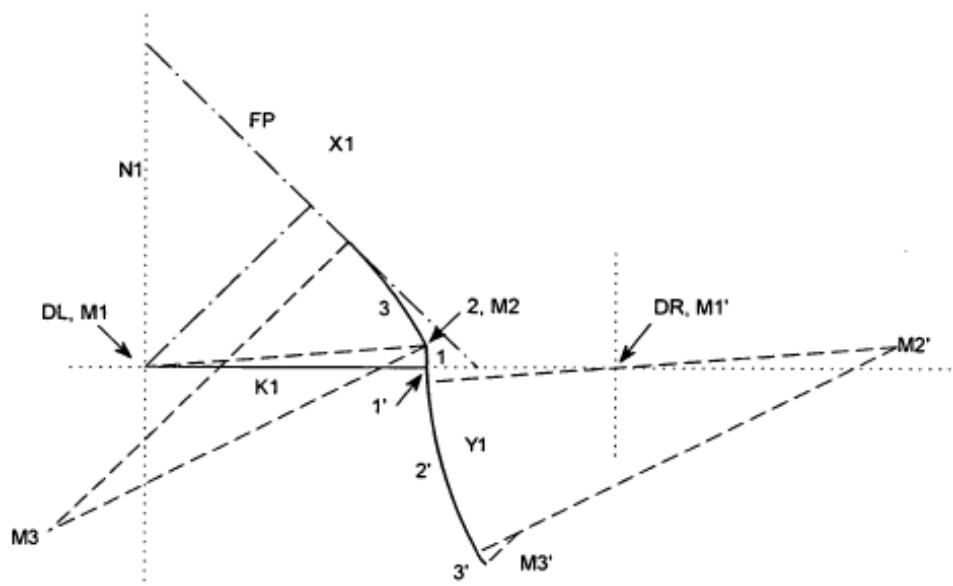


Fig. 9a

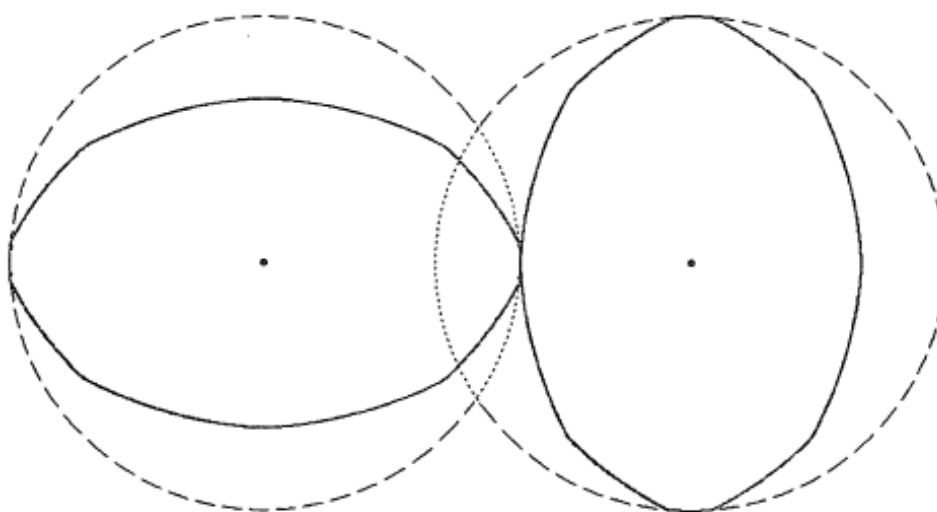


Fig. 9b

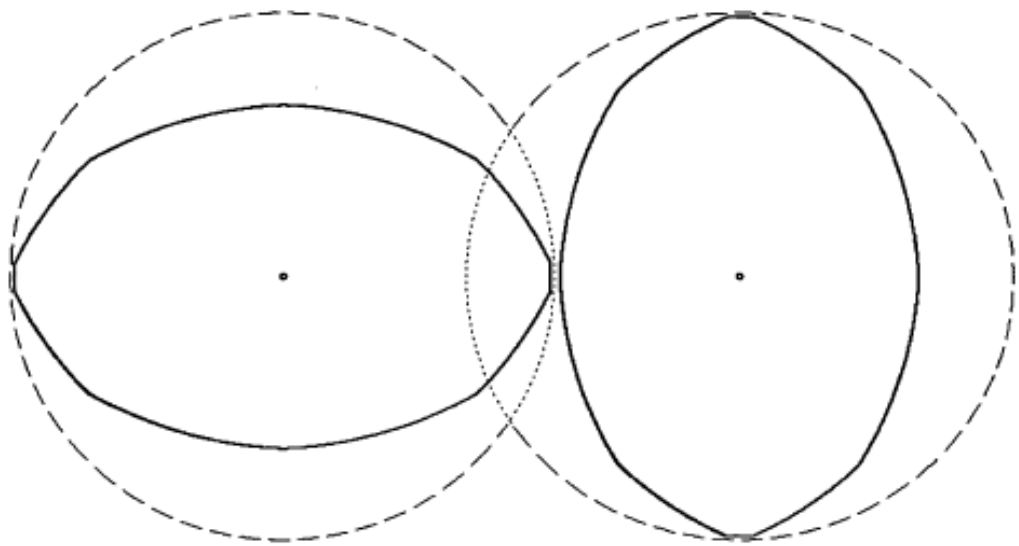


Fig. 9c

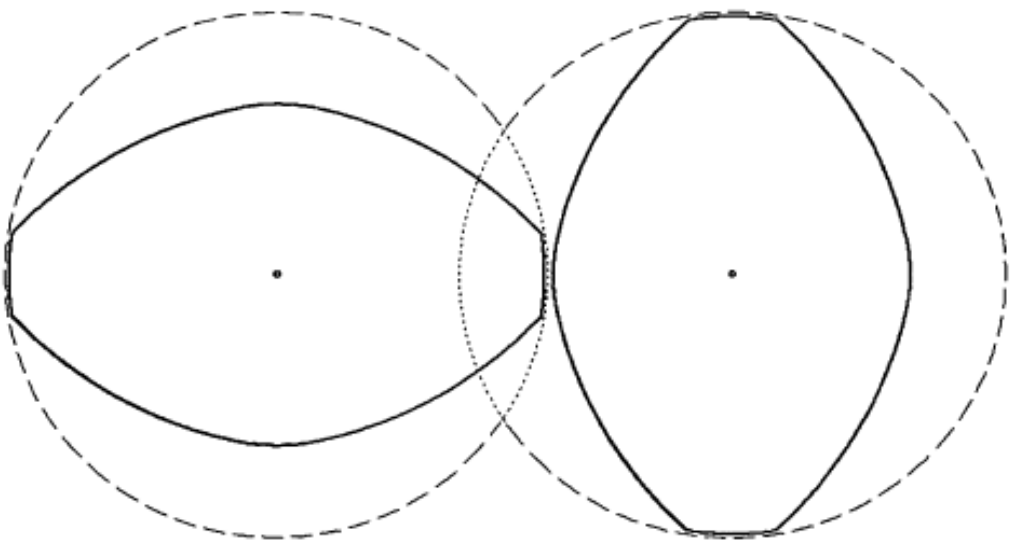


Fig. 9d