

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 994 485**

(51) Int. Cl.:

B29B 7/42	(2006.01)
B29B 7/60	(2006.01)
B29B 7/66	(2006.01)
B29B 7/88	(2006.01)
B29C 48/505	(2009.01)
B29C 48/60	(2009.01)
B29C 48/275	(2009.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2020 PCT/AT2020/060100**
(87) Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2020 WO20186281**
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2020 E 20723262 (0)**
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2024 EP 3941701**

(54) Título: **Tornillo con alma destalonada para extrusora o transportador**

(30) Prioridad:

20.03.2019 AT 502432019

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.01.2025

(73) Titular/es:

EREMA ENGINEERING RECYCLING MASCHINEN UND ANLAGEN GESELLSCHAFT M.B.H.
(100.00%)
Freindorf Unterfeldstrasse 3
4052 Ansfelden, AT

(72) Inventor/es:

AIGNER, MICHAEL;
WEIGERSTORFER, GEORG;
FREILINGER, HERBERT y
FEICHTINGER, KLAUS

(74) Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 994 485 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

Tornillo con alma destalonada para extrusora o transportador

5 Sector de la técnica

La invención se refiere a un tornillo para una extrusora o transportador según el preámbulo de la reivindicación 1, a una extrusora o transportador con al menos un tornillo de este tipo, así como posteriormente también a un dispositivo para tratar, en particular reciclar, materiales plásticos que comprende una extrusora de este tipo.

10 Estado de la técnica

Los tornillos para transportadores o extrusoras se conocen en una amplia variedad de diseños y variaciones para numerosas aplicaciones. Dependiendo del campo de aplicación y de los requisitos, las geometrías de los tornillos difieren no sólo en su longitud y diámetro de tornillo, sino también, por ejemplo, en su paso y ancho de paso, en la profundidad de paso, el ángulo de paso o número de pasos de tornillo.

Al procesar o reciclar polímeros termoplásticos y semitermplásticos procedentes de ámbitos muy diversos, una de las principales tareas consiste en modificar la forma y las propiedades de estos materiales, por ejemplo productos semiacabados o acabados, que pueden proceder del ciclo industrial, pero también del ciclo del consumidor, de modo que un proceso de extrusión se desarrolle de manera estable para producir finalmente reciclados de alta calidad.

En el campo del reciclado de polímeros, en particular, existe un gran número de tornillos y extrusoras especiales que se alimentan con materiales poliméricos, los plastifican y funden y, finalmente, los convierten en granulados.

Los dispositivos para el pretratamiento de los materiales que se van a procesar suelen conectarse antes del sistema de extrusión, por ejemplo, los conocidos compactadores de corte o unidades de preacondicionamiento (UPA), en donde la mayoría de las veces se trata de recipientes con herramientas giratorias que se conectan directamente a la extrusora. Este paso de preparación previo al proceso de extrusión también tiene la tarea de cambiar la forma y las propiedades de los materiales poliméricos en consecuencia, aplastándolos si es necesario y aumentando su densidad aparente. Este tipo de dispositivos combinados se conocen desde hace mucho tiempo, por ejemplo a partir de los documentos de patente EP 2 558 263 o EP 2 689 908.

Las herramientas de mezcla y de trituración que circulan en el recipiente también apoyan el proceso de llenado o alimentación de la extrusora o transportador conectado al recipiente. Tanto el proceso de transporte como el proceso de extrusión suelen ser especialmente eficaces si el nivel de llenado del tornillo es constante y suficientemente alto. El área de alimentación del transportador o extrusora es, por lo tanto, sensible y tiene una influencia significativa en el resultado final a alcanzar o en la calidad de los reciclados. En este contexto, por ejemplo, la distancia entre las herramientas de mezcla y de trituración y el tornillo de la extrusora, la forma y el tamaño de la abertura de alimentación, el sentido de giro de las herramientas de mezcla en relación con la dirección de transporte de la extrusora desempeña un papel, pero también el perfil de alma del tornillo, la forma de la base del tornillo o el área libre abierta del alma del tornillo en el lado de la extrusora o del transportador. Las geometrías de admisión desfavorables pueden, por ejemplo, conducir a un bombeo del caudal volumétrico, es decir, a un cambio en el caudal a lo largo del tiempo, lo que es perjudicial para un funcionamiento fiable y para la calidad de los reciclados.

Por lo tanto, no han faltado intentos en el estado de la técnica para adaptar el diseño del área de alimentación del transportador o extrusora o para diseñarla de tal manera que el comportamiento de admisión y la alimentación del tornillo se apoyen de la mejor manera posible y, por ejemplo, también se vuelvan más tolerantes a las diferencias operativas del material.

En el estado de la técnica también se conocen dispositivos con flancos de transporte destalonados, por ejemplo de los documentos de patente DD68377, DE10300009, EP0487076, JP2009045745 (véase también JP-S 5784830 A) o JP2003145533.

55 Objeto de la invención

Por lo tanto, es tarea de la presente invención mejorar el comportamiento de alimentación de un tornillo y, en particular, tanto el rendimiento como, al mismo tiempo, la consistencia del rendimiento.

Esta tarea se resuelve mediante las características caracterizadoras de la reivindicación 1. Está previsto que el alma del tornillo esté configurada destalonada en su flanco de transporte activo delantero, visto en la dirección de transporte del tornillo o de la extrusora. Este diseño destalonado no tiene necesariamente que estar presente en toda la longitud del tornillo o en todo el alma, sino que está diseñado por lo menos en una cierta sección o área parcial del tornillo.

Sorprendentemente, se ha demostrado en este contexto que el diseño del perfil del alma de tornillo ofrece ventajas en términos de comportamiento de admisión debido a la formación del destalonado y garantiza un llenado eficaz de la

extrusora.

Debido a su geometría especial, los flancos de transporte activos curvados hacia delante ejercen fuerzas sobre los materiales que se encuentran en la zona de admisión que se dirigen de forma diferente a, por ejemplo, las fuerzas ejercidas por los flancos de transporte que no están destalonados. El flanco de transporte destalonado es especialmente ventajoso cuando se introducen en el tornillo materiales en parte reblandecidos y en parte todavía sólidos. Esto es especialmente ventajoso con materiales ligeros como, por ejemplo, materiales espumados o materiales con una densidad aparente baja, en los que el comportamiento algo más agresivo de los flancos de transporte destalonados ofrece ventajas aquí en particular.

En principio, los efectos mencionados no sólo son relevantes para tornillos de compresión para extrusoras o aglomeradoras, sino también para tornillos transportadores sin compresión o de menor compresión.

El término transportador se utiliza aquí para referirse tanto a sistemas con tornillos no compresores o descompresores, es decir, tornillos puramente transportadores, como a sistemas con tornillos compresores, es decir, tornillos extrusores con efecto aglomerante o plastificante.

En el presente texto, los términos extrusora o tornillo extrusor se entienden tanto para extrusoras o tornillos con los que el material se funde total o parcialmente, como para extrusoras con las que el material ablandado sólo se aglomera pero no se funde. Con los tornillos aglomeradores, el material sólo se comprime y se cizalla fuertemente durante un breve espacio de tiempo, pero no se plastifica. Por lo tanto, el tornillo aglomerador entrega a su salida material que no está completamente fundido, sino que consiste en partículas que sólo se han fundido en su superficie, que están apelmazadas como si estuvieran sinterizadas. En ambos casos, sin embargo, el tornillo ejerce presión sobre el material y lo compacta.

Por el término "destalonado" o "destalonar" se entiende aquí que el flanco de transporte activo delantero del alma está diseñado inclinado o curvado en la dirección del movimiento designado del material durante el funcionamiento, es decir, en la dirección de transporte.

De este modo, en el flanco de transporte activo se forma una zona destalonada, en la que el borde delantero del alma visto en la dirección de transporte define la zona delantera del alma y el flanco de transporte activo se extiende hacia atrás desde este borde delantero en dirección hacia el núcleo, opuesta a la dirección de transporte.

En este contexto, es ventajoso que el destalonado se forme con un ángulo de destalonado que se mide en un vértice en el borde más adelantado del alma en la dirección de transporte, en un plano de corte normal normal al alma, y concretamente entre una envoltura del tornillo y una tangente al flanco de transporte activo, por lo que el ángulo de destalonado está en el intervalo de $30^\circ \leq w_2 \leq 90^\circ$. La envoltura del tornillo está formada por las superficies exteriores del alma o los bordes más adelantados del alma. Sorprendentemente, se ha demostrado que se puede conseguir un efecto incluso con un grado relativamente pequeño de destalonado en comparación con los almas de tornillo no destalonados.

En este contexto, es particularmente ventajoso si el ángulo de destalonado está en el intervalo de $30^\circ \leq w_2 \leq 65^\circ$, en particular en el intervalo de $40^\circ \leq w_2 \leq 50^\circ$, preferiblemente en aproximadamente 45° .

Una forma de realización estructuralmente ventajosa prevé que el flanco de transporte activo esté diseñado plano o no curvo en el plano de corte normal al menos en una sección parcial o zona del tornillo, en una sección radialmente exterior, en particular hasta un máximo del 50 % del flanco de transporte activo.

Según la invención se prevé que el tornillo, al menos en una sección del mismo, tenga una profundidad de admisión, medida entre la envoltura y el núcleo en la zona entre dos almas vecinos, para el que se aplica lo siguiente: $0,03*d \leq t_1 \leq 0,35*d$, en particular $0,125*d \leq t_1 \leq 0,35*d$, donde d es el diámetro exterior del tornillo en esta zona. El ajuste especial de la profundidad de paso t1 ha demostrado ser particularmente ventajoso para materiales unidos cohesivos y para materiales muy ligeros con un gran volumen, como los materiales espumados. En particular, el destalonado, así como el ajuste de la profundidad de paso, también son ventajosos cuando se introducen materiales en la extrusora, por ejemplo cuando se introducen fibras naturales afiladas, en particular con una baja densidad aparente.

Además, según la invención, está previsto que el núcleo, al menos en una sección del tornillo, tenga una depresión adicional en la zona en la que el flanco de transporte activo se funde en el núcleo o en la base del tornillo, en la que el diámetro del núcleo es menor que en las zonas vecinas, aplicándose lo siguiente a la profundidad adicional de la depresión: $0 - t_1 < t_2 \leq t_1$.

Esta profundidad adicional da como resultado un mayor volumen libre, lo que proporciona una mejora en la consistencia del rendimiento, particularmente con polímeros espumados.

En este contexto, es ventajoso si el flanco de transporte activo, al menos en una sección del tornillo, en la zona en la que el flanco de transporte activo se funde con el núcleo, tiene una curvatura, particularmente en forma de arco circular,

que se extiende al menos en un intervalo de > 1 rad. De este modo se consigue una mayor autolimpieza y se evitan las adherencias en comparación con los diseños angulares.

- 5 La construcción según la invención también prevé que se forme una sección de núcleo vecina a la depresión y recta en el plano de corte normal, que está inclinada en un ángulo en el intervalo de $0^\circ < w4 \leq 45^\circ$ con respecto a la envoltura. Las transiciones configuradas de este modo permiten mejorar la autolimpieza. El flanco activo todavía tiene una cierta cantidad de cizallamiento que limpia el tornillo, razón por la cual los radios pueden ser más pequeños que en el lado pasivo del flanco del tornillo.
- 10 Alternativa y/o adicionalmente, se puede prever que la superficie exterior del alma no esté diseñada curvada en el plano de corte normal, al menos en una sección del tornillo, en la zona adyacente al borde más anterior del alma, preferiblemente completamente hasta el borde más posterior.
- 15 Además, es ventajoso que la superficie exterior del alma, al menos en una sección del tornillo, esté alineada paralelamente a la envoltura y/o a la pared de la carcasa de una extrusora.
- 20 El comportamiento de admisión también mejora si el flanco de transporte pasivo del alma adyacente a la superficie exterior del alma, al menos en una sección del tornillo, en una sección radialmente exterior adyacente a la superficie exterior del alma, en particular hasta un máximo del 70 % del flanco de transporte pasivo, está configurado plano o no curvado en el plano de corte normal.
- 25 Además, es ventajoso, en particular para una mejor autolimpieza, que el flanco de transporte pasivo esté inclinado al menos en una sección del tornillo con un ángulo de flanco en el intervalo de $30^\circ \leq w3 \leq 90^\circ$, medido en un vértice en el borde más posterior del alma en la dirección de transporte, en un plano de corte normal normal al alma, entre la envoltura del tornillo y una tangente al flanco de transporte pasivo.
- 30 El tornillo puede tener uno o varios pasos con un número de pasos en el intervalo de 2 a 20. Puede preverse que se aplique lo siguiente al paso del tornillo: $0,1*d \leq S \leq 5*d$, en donde d es el diámetro exterior del tornillo. Por ejemplo, los tornillos de varios pasos contribuyen a un mejor guiado del tornillo. En particular, si el material a procesar es muy cohesivo y por lo tanto no penetra fácilmente en el tornillo, más bordes de raspado en el sentido de más almas son ventajosos para llenar el tornillo completa y uniformemente.
- 35 Además, puede preverse que a la anchura del alma o a la anchura de la superficie exterior del alma se aplique: $0*S \leq b \leq 0,5*S$, en donde S es el paso del tornillo.
- 40 Resulta especialmente ventajoso que el tornillo sólo esté configurado de forma correspondientemente destalonada en su zona inicial distal a la dirección de transporte o en la zona de admisión designada de una extrusora o transportador, y que el alma no tenga destalonados en la zona restante. Dado que la geometría de tornillo destalonado es particularmente ventajosa cuando se llena el tornillo, el diseño del tornillo según la invención es importante en la zona en la que el cilindro que rodea el tornillo está abierto, por ejemplo para alimentar material en el tornillo. Por lo tanto, el tornillo no tiene que tener necesariamente el mismo diseño en toda su longitud y tener el destalonado según la invención en todas partes. Sin embargo, es particularmente ventajoso si el diseño según la invención está presente precisamente en aquellas zonas en las que el material es recogido por el tornillo y el tornillo puede actuar sobre el material alimentado.
- 45 Tambié según la invención es una extrusora o transportador, en particular para polímeros, con al menos un tornillo según la invención, en particular un tornillo plastificador o aglomerador, que está dispuesto de forma giratoria en una carcasa.
- 50 En este contexto, es particularmente ventajoso si el tornillo está diseñado según la invención, en particular exclusivamente, en la zona de una abertura de la carcasa de la extrusora, en particular en la zona de una abertura de admisión o abertura de alimentación para el material. De este modo, el destalonado especial y otra configuración del tornillo se prevé ventajosamente precisamente en la zona de la abertura de admisión o abertura de alimentación de la extrusora. Sin embargo, no es relevante en este caso si esta abertura de alimentación se encuentra en la zona inicial de la extrusora o en una zona situada más abajo en la dirección de transporte. El diseño del tornillo tampoco se limita a una única abertura y también se pueden prever varias aberturas en la extrusora, en las que se puede alimentar material y en las que el diseño del tornillo según la invención aporta ventajas en el comportamiento de admisión.
- 55 También según la invención es un dispositivo para tratar plásticos, en particular residuos de plástico termoplástico con fines de reciclado, con un recipiente y/o compactador de corte para pretratar el material a procesar, y una extrusora o transportador según la invención conectado al mismo, en particular tangencialmente, con un tornillo según la invención.
- 60 En este contexto, es particularmente ventajoso si al menos una herramienta giratoria de mezcla y/o de trituración, que puede girar alrededor de un eje de rotación, está dispuesta en el recipiente para mezclar, calentar y, si es necesario, triturar el material plástico, estando formada una abertura del recipiente en una pared lateral del recipiente en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o de trituración más baja más cercana a la base, a través de la cual puede

descargarse el material plástico pretratado desde el interior del recipiente, en el que al menos una extrusora o transportador según la invención está provisto de un tornillo según la invención para recibir el material pretratado en el recipiente, en el que la carcasa de la extrusora tiene una abertura de admisión situada en su cara delantera o en su pared de revestimiento para que el material sea agarrado por el tornillo, y la abertura de admisión está conectada a la abertura del recipiente.

Para un comportamiento de admisión ventajoso también es determinante, entre otras cosas, cómo las herramientas de mezcla y de trituración del compresor de corte introducen el material pretratado en la abertura de admisión de la extrusora o apoyan este proceso. Esto depende, entre otras cosas, del sentido de giro del tornillo y del sentido de giro de las herramientas de mezcla y de trituración. En este contexto, se ha demostrado que es especialmente ventajoso si, en la zona situada delante de la abertura del recipiente o en la zona situada delante de la abertura de admisión o de la abertura de alimentación del transportador o de la extrusora, el sentido de giro de la herramienta de mezcla y/o de trituración discurre esencialmente en sentido contrario o en dirección opuesta al sentido de transporte de la extrusora.

Tales disposiciones ya se conocen en principio, por ejemplo a partir de los documentos de patente EP 2 558 263 B1 o EP 2 689 908 B1, pero también han demostrado ser particularmente ventajosas en este contexto con la geometría de tornillo según la invención. Las disposiciones descritas en los documentos de patente EP 2 558 263 B1 o EP 2 689 908 B1 se incorporan por referencia a la presente divulgación, equipadas con el tornillo diseñado según la invención.

En primer lugar, se prevé que la prolongación imaginaria del eje longitudinal central del transportador, en particular de la extrusora, si éste tiene un solo tornillo, o del eje longitudinal del tornillo más próximo a la abertura de admisión, si éste tiene más de un tornillo, pase por delante del eje de rotación en dirección opuesta a la dirección de transporte del transportador sin cortarlo, en el que el eje longitudinal del transportador, si éste tiene un solo tornillo, o el eje longitudinal del tornillo más cercano a la abertura de admisión está desplazado en el lado de descarga una distancia con respecto a la radial del recipiente paralela al eje longitudinal y dirigida hacia el exterior del eje de rotación de la herramienta de mezcla y/o de trituración en la dirección de transporte del transportador. Como resultado, la dirección de transporte de las herramientas de mezcla y la dirección de transporte del transportador ya no están en la misma dirección, como se conoce en la técnica anterior, sino al menos ligeramente en direcciones opuestas, lo que reduce el efecto de atasco. Al invertir deliberadamente el sentido de giro de las herramientas de mezcla y de trituración en comparación con los dispositivos conocidos anteriormente, se reduce la presión de alimentación en la zona de admisión y se minimiza el riesgo de sobrelleñado. De este modo, el material sobrante no se embute o rellena en la zona de admisión del transportador con una presión excesiva; por el contrario, el material sobrante tiende incluso a retirarse de nuevo de allí, de modo que, aunque siempre hay suficiente material en la zona de admisión, éste se encuentra prácticamente sin presión o sólo sometido a una presión baja. De este modo, el tornillo puede llenarse suficientemente y admitir siempre suficiente material sin llenar en exceso el tornillo y provocar posteriormente picos de presión localizados que podrían fundir el material.

Esto evita que el material se funda en la zona de admisión, lo que aumenta la eficacia operativa, prolonga los intervalos de mantenimiento y reduce los tiempos de inactividad debidos a posibles reparaciones y medidas de limpieza.

Al reducir la presión de alimentación, las correderas, con las que se puede regular de forma conocida el nivel de llenado del tornillo, reaccionan de forma mucho más sensible y el nivel de llenado del tornillo se puede ajustar de forma aún más precisa. Esto facilita encontrar el punto óptimo de funcionamiento del sistema, en particular con materiales más pesados como, por ejemplo, materiales molidos de polietileno de alta densidad (HDPE) o el triturado de PET.

También se ha demostrado sorprendentemente ventajoso que los materiales que ya se han ablandado cerca de la masa fundida se alimentan mejor durante el funcionamiento en contrarrotación según la invención. En particular, si el material ya se encuentra en un estado pastoso o ablandado, el tornillo corta el material del anillo pastoso que se encuentra cerca de la pared del recipiente. Si el tornillo girara en la dirección de transporte, este anillo sería empujado más lejos y el tornillo no podría rasparlo, lo que reduciría la admisión. Esto se evita invirtiendo el sentido de giro de acuerdo según la invención.

Además, al procesar los materiales rayados o fibrosos descritos anteriormente, los enredos o acumulaciones formados pueden liberarse más fácilmente o no se forman en primer lugar, ya que el vector de dirección de las herramientas de mezcla y el vector de dirección del transportador apuntan en direcciones casi opuestas o al menos ligeramente opuestas en el borde de la abertura del lado de descarga o aguas abajo en el sentido de giro de las herramientas de mezcla, por lo que una tira alargada no puede doblarse alrededor de este borde y enredarse, sino que en su lugar es arrastrada de nuevo por la corriente de mezcla en el recipiente receptor.

En general, el diseño según la invención mejora el comportamiento de admisión y aumenta significativamente el rendimiento. De este modo, el sistema global de compactador de corte y transportador es más estable y eficiente.

Según un desarrollo adicional ventajoso, está previsto que el transportador esté dispuesto en el recipiente receptor de tal manera que el producto escalar del vector de dirección (vector de dirección del sentido de giro) alineado tangencialmente al círculo de vuelo del punto radialmente más exterior de la herramienta de mezcla y/o de trituración

- o al material plástico que pasa por la abertura y normal a un radial del recipiente de recepción, que apunta en el sentido de giro o movimiento de la herramienta de mezcla y/o de trituración, y el vector de dirección de la dirección de transporte del transportador es cero o negativo en cada punto individual o en toda la zona de la abertura o en cada punto individual o en toda la zona inmediatamente radial delante de la abertura. La zona inmediatamente radial delante de la abertura se define como el área delante de la abertura donde el material está a punto de pasar a través de la abertura pero todavía no ha pasado a través de la abertura. De este modo, se consiguen las ventajas antes mencionadas y se evita eficazmente cualquier formación de aglomerado en la zona de la abertura de admisión causada por efectos de taponamiento. En particular, la disposición espacial de las herramientas de mezcla y el tornillo en relación con los demás no es importante, por ejemplo, el eje de giro no tiene que estar alineado normal a la superficie de base o al eje longitudinal del transportador o del tornillo. El vector de dirección del sentido de giro y el vector de dirección de la dirección de transporte se encuentran en un plano, preferiblemente horizontal, o en un plano alineado normal al eje de giro.
- Otra configuración ventajosa resulta del hecho de que el vector de dirección del sentido de giro de la herramienta de mezcla y/o de trituración forma un ángulo mayor o igual a 90° y menor o igual a 180° con el vector de dirección de la dirección de transporte del transportador, midiéndose el ángulo en el punto de corte de los dos vectores de dirección en el borde de la abertura situada aguas arriba del sentido de giro o movimiento, en particular en el punto situado más aguas arriba en este borde o en la abertura. De este modo se describe la zona angular en la que debe disponerse el transportador en el recipiente receptor para conseguir los efectos ventajosos. En toda el área de la abertura o en cada punto individual de la abertura, las fuerzas que actúan sobre el material están al menos ligeramente alineadas en direcciones opuestas o, en casos extremos, la alineación transversal es neutra a la presión. En ningún punto de la abertura es positivo el producto escalar de los vectores de dirección de las herramientas de mezcla y el tornillo, por lo que ni siquiera en una zona parcial de la abertura se produce un efecto de taponamiento excesivo.
- Otra configuración ventajosa de la invención prevé que el vector de dirección del sentido de giro o movimiento forme un ángulo de entre 170° y 180° con el vector de dirección de la dirección de transporte, medido en el punto de corte de los dos vectores de dirección en el centro de la abertura. Esta disposición se aplica, por ejemplo, si el transportador está dispuesto tangencialmente al compresor de corte.
- Para que no se produzca un efecto de taponamiento excesivo, puede preverse ventajosamente que la distancia o el desplazamiento del eje longitudinal con respecto al radial sea superior o igual a la mitad del diámetro interior de la carcasa del transportador o del tornillo.
- Además, puede ser ventajoso en este sentido dimensionar la distancia o el desplazamiento del eje longitudinal con respecto al eje radial para que sea superior o igual al 5 o 7 %, incluso más ventajosamente superior o igual al 20 %, del radio del recipiente receptor. En el caso de transportadores con una zona de admisión ampliada o un casquillo ranurado o una cavidad ampliada, puede ser ventajoso que esta distancia o este desplazamiento sea mayor o igual que el radio del recipiente receptor. Esto se aplica en particular a los casos en que el transportador está conectado tangencialmente al recipiente receptor o discurre tangencialmente a la sección transversal del recipiente.
- Ventajosamente, los pasos exteriores del tornillo no sobresalen del recipiente.
- Es especialmente ventajoso que el eje longitudinal del transportador o del tornillo o el eje longitudinal del tornillo más próximo a la abertura de admisión o a la pared interior de la carcasa o a la envoltura del tornillo discorra tangencialmente al interior de la pared lateral del recipiente, estando el tornillo preferentemente conectado a un accionamiento por su cara delantera y transportando por su cara extrema opuesta a una abertura de salida dispuesta en la cara extrema de la carcasa, en particular un cabezal extrusor.
- Es ventajoso si se prevé que la abertura esté conectada inmediata y directamente a la abertura de admisión sin una distancia o sección de transferencia más larga, por ejemplo un tornillo de transporte. Esto permite una transferencia efectiva y suave del material.
- En otra configuración especialmente ventajosa, se prevé que el recipiente receptor sea esencialmente cilíndrico con una superficie de base plana y una pared lateral cilíndrica alineada verticalmente con ella. También es estructuralmente sencillo si el eje de giro coincide con el eje central del recipiente receptor. En otra configuración ventajosa, se prevé que el eje de giro o el eje central del recipiente estén orientados verticalmente y/o sean normales a la superficie de base. Estas geometrías especiales optimizan el comportamiento de admisión de un dispositivo estructuralmente estable y de construcción sencilla.
- En este contexto, también es ventajoso prever que la herramienta de mezcla y/o de trituración, o, si se proporcionan varias herramientas de mezcla y/o de trituración dispuestas una encima de la otra, la herramienta de mezcla y/o de trituración más baja más cercana a la base y a la abertura estén dispuestas a una pequeña distancia de la superficie de la base, en particular en la zona del cuarto más bajo de la altura del recipiente receptor. La distancia se define y mide desde el borde más bajo de la abertura o la abertura de admisión hasta la base del recipiente en la zona del borde del recipiente. Como el borde de la esquina se configura la mayoría de las veces redondeado, la distancia se mide desde el borde más bajo de la abertura a lo largo de la prolongación imaginaria hacia abajo de la pared lateral

hasta la prolongación imaginaria hacia fuera de la base del recipiente. Las distancias adecuadas son de 10 a 400 mm.

Además, es ventajoso para el procesamiento que los bordes radialmente más externos de las herramientas de mezcla y/o de trituración lleguen cerca de la pared lateral.

El recipiente no tiene que tener necesariamente una forma cilíndrica circular, aunque esta forma es ventajosa por razones prácticas y de fabricación. Las formas de recipiente que se aparten de la forma cilíndrica circular, como los recipientes troncocónicos o los recipientes cilíndricos con base elíptica u ovalada, deberán convertirse en un recipiente cilíndrico circular del mismo volumen, suponiendo que la altura de este recipiente ficticio sea igual a su diámetro. No se tienen en cuenta las alturas de recipiente que superan significativamente el caudal de mezcla resultante (teniendo en cuenta la distancia de seguridad), ya que esta altura de recipiente excesiva no se utiliza y, por lo tanto, deja de tener influencia en el procesamiento del material.

En los ejemplos descritos en las siguientes figuras, se muestran transportadores con un solo tornillo, por ejemplo extrusoras monohusillo o monotornillo. Sin embargo, también es posible proporcionar transportadores con más de un tornillo, por ejemplo transportadores o extrusoras de doble husillo o multihusillo, en particular con varios tornillos idénticos que tengan al menos el mismo diámetro d.

Descripción de las figuras

De la descripción y de los dibujos adjuntos se desprenden otras ventajas y configuraciones de la invención. La invención se ilustra esquemáticamente mediante ejemplos de realización en los dibujos y se describe a continuación a modo de ejemplo con referencia a los dibujos.

La Fig. 1 muestra una primera forma de realización de una geometría de tornillo.
 La Fig. 2 muestra otra forma de realización de una geometría de tornillo según la invención.
 La Fig. 3 muestra la conexión de una extrusora según la invención a un recipiente.
 Las Fig. 4a y 4b muestran un tornillo pelador según la invención.
 Las Fig. 5a y 5b muestran un tornillo estándar para comparación.
 Las Fig. 6 y 7 muestran los resultados de ensayos comparativos.

Descripción detallada de la invención

Las Fig. 1 y 2 muestran una vista detallada de una primera forma de realización y una segunda forma de realización de una geometría de tornillo según la invención. En cada caso, se trata de secciones normales a través del alma 3, es decir, en ángulo recto con respecto a los bordes de alma delantero y trasero 6, 17, con lo que se forma el plano de sección normal 16, que discurre en el plano de la imagen en las Fig. 1 y 2. En la Fig. 4a también se muestra la trayectoria de este plano de sección normal 16.

Puede reconocerse un tornillo 1, que está dispuesto en el interior de una extrusora o transportador 20 indicado, de modo que puede girar sobre su eje. Puede tratarse de un tornillo compresor o aglomerador. El tornillo 1 tiene un núcleo 2 y un alma 3 helicoidal que gira alrededor de este núcleo 2. La espira 3 tiene un flanco de transporte activo delantero 4 que apunta en la dirección de transporte F y un flanco de transporte pasivo trasero 12 que apunta en la dirección opuesta.

En la zona radialmente más externa se encuentran las superficies externas del alma 9 con un borde anterior 6 que apunta en la dirección de transporte F y un borde posterior opuesto 17. La superficie externa del alma 9 está curvada en la dirección circunferencial del tornillo, pero está diseñada recta y no curvada en el plano de corte normal 16 y discurre paralela a la pared 23 de la carcasa 22 de la extrusora 20.

Una envoltura 7 del tornillo 1 está formada por las superficies externas del alma 9 o los bordes delanteros 16, por lo que la envoltura 7 también está alineada paralelamente a la pared 23 en los presentes ejemplos de realización. Por consiguiente, la envoltura 7, así como las superficies externas 9 del alma 3 están alineadas paralelamente al eje longitudinal central del tornillo 1.

El destalonado del flanco de transporte activo 4 está definido por un ángulo de destalonado w2. Este ángulo de destalonado w2 se mide en un vértice situado en el borde anterior 6 del alma 3 en la dirección de transporte F. El ángulo w2 se forma entre la envoltura 7 y la tangente 8, que se sitúa a través del vértice en el flanco de transporte activo 4, y concretamente en el plano de corte normal 16. En el presente caso, también resulta el mismo ángulo de destalonado w2 entre la tangente 8 y una paralela al eje longitudinal central, aunque aquí surgirían diferencias en el caso de tornillos cónicos. En el ejemplo de realización según la Fig. 1, el ángulo de destalonado w2 es de aproximadamente 45°.

Una sección radialmente exterior 11 del flanco de transporte activo 4 tiene un diseño plano o esta zona no está curvada en el plano de corte normal 16. Esta sección 11 se extiende hasta aproximadamente la mitad del flanco de transporte activo 4 y luego se funde con el núcleo 2 en una zona curvada. Esta curvatura R2 tiene forma de arco y se extiende

sobre un área ligeramente inferior a 2 rad.

En la forma de realización según la Fig. 1, el diámetro del núcleo 2 es esencialmente constante, al menos en la sección del tornillo 1 representada. La profundidad de admisión 1 medida entre la envoltura 7 y el núcleo 2 en la zona entre

5 dos almas vecinas 3 es de aproximadamente el 25 % del diámetro d del tornillo en esta zona. Como se ha mencionado al principio, la profundidad de admisión t1 en combinación con el destalonado es especialmente ventajosa para el comportamiento de admisión.

10 El flanco de transporte pasivo 12 se une al borde posterior 17 aguas abajo de la dirección de transporte F y tiene una sección radialmente exterior 13, que es plana o no curvada en el plano de corte normal 16. En la forma de realización según la Fig. 1, esta sección 13 se extiende a lo largo de aproximadamente el 60 % de la longitud del flanco de transporte pasivo 12 y luego se funde en la zona del núcleo 2 a través de una curvatura en forma de arco circular R1. El flanco de transporte pasivo 12 está inclinado correspondientemente, y concretamente con un ángulo de flanco w3

15 medido en el vértice, que se encuentra en el borde posterior 17 del alma 3 en la dirección de transporte F. El ángulo de flanco w3 se forma entre la envolvente 7 y una tangente 18 al flanco de transporte pasivo 12 que pasa por el vértice, y concretamente en el plano de sección normal 16. En la forma de realización según la Fig. 1, el ángulo w3 es de aproximadamente 30°. En el ejemplo de realización según la Fig. 2, la forma o geometría de los almas 3 es similar a la de la Fig. 1, y concretamente tanto en el diseño del destalonado como en la forma de los almas 3. Sin embargo, a diferencia de la Fig. 1, se forma una depresión adicional 14 en la zona en la que el flanco de transporte activo 4 se

20 funde con el núcleo 2 o la base del tornillo. Aquí, el diámetro del núcleo 2 es ligeramente menor que en las zonas vecinas del núcleo 2, lo que define una profundidad adicional t2 en comparación con la profundidad de admisión t1. En el ejemplo de realización según la Fig. 2, esta profundidad adicional t2 es aproximadamente el 20 % de la profundidad de admisión t1. Esta base de tornillo profundizada de esta manera tiene una sección de núcleo recta 15

25 en el plano de corte normal 16, que está inclinada en un ángulo w4 de alrededor de 20° con respecto a la envoltura 7 o a la zona restante del núcleo 2. Junto con la entalladura, este destalone 14 también da lugar a un comportamiento de admisión ventajoso.

Ejemplos:

30 Los siguientes ensayos comparativos se realizaron en una combinación de compresor de corte/extrusora Intarema 1108 TE:

	Tipo de dispositivo	Observación
Unidad de procesamiento	Intarema 1108 TE	Diámetro del recipiente 1100 mm; diámetro de la extrusora 80 mm
Filtro de fusión	RTF 4/34	Filtración 12/64
Granulación	HG 154 D	Placa perforada 20 × 3

35 Todos los parámetros del proceso, así como los materiales de entrada, se mantuvieron constantes; sólo se varió la geometría del tornillo. Se seleccionó como tornillo comparativo ("tornillo estándar") un tornillo extrusor estándar sin destalonado con un ángulo w2 = 95°. Se seleccionó un tornillo extrusor con un destalonado con un ángulo de destalonado w2 = 45° ("tornillo pelador") como tornillo según la invención, que es similar en los demás aspectos. Las especificaciones y geometrías relevantes se muestran en detalle en las Figs. 5a, 5b para el tornillo estándar y en las Figs. 4a, 4b para el tornillo pelador:

	Tornillo estándar	Tornillo pelador
Diámetro d [mm]	79,8	79,8
Paso S [mm]	80	80
Ancho de alma b [mm]	8	8
Profundidad de admisión o de tornillo t1 [mm]	16	16

40 Se evaluaron el rendimiento absoluto respectivo y la consistencia del rendimiento, es decir, el comportamiento del rendimiento a lo largo de períodos de tiempo más prolongados. También se analizó la influencia del aumento de la densidad del material, representada por la temperatura en las UPA. Los resultados se representan resumidos en las Fig. 6 y 7.

Ejemplo 1:

Material de ensayo 1:

50

Polímero	poliestireno expandido EPS
Forma del material	material molido
Densidad aparente	10-15 g/l
Contenido de humedad	seco

Contaminación	limpio, residuos de producción
Observaciones	densidad aparente constante

Tornillo estándar (w2=95°)			Tornillo pelador (w2=45°)		
Temperatura de UPA [°C]	Rendimiento [kg/h]	Consistencia del rendimiento [%]	Temperatura de UPA [°C]	Rendimiento [kg/h]	Consistencia del rendimiento [%]
100	300	14	100	320	9
105	320	12	105	341	7
110	333	14	110	354	5
115	346	11	115	387	2

(continuación)

Tornillo estándar (w2=95°)			Tornillo pelador (w2=45°)		
Temperatura de UPA [°C]	Rendimiento [kg/h]	Consistencia del rendimiento [%]	Temperatura de UPA [°C]	Rendimiento [kg/h]	Consistencia del rendimiento [%]
120	350	13	120	405	3

La Fig. 6 representa los resultados, en particular en lo que se refiere al rendimiento y la consistencia.

5

Ejemplo 2:

Material de ensayo 2:

Polímero	polipropileno PP
Forma del material	polímero espumado
Densidad aparente	130-140 g/l
Contaminación	limpio
Observaciones	triturado con un molino con tamiz de agujeros de 80 mm

10

Tornillo estándar (w2=95°)			Tornillo pelador (w2=45°)		
Temperatura de UPA [°C]	Rendimiento [kg/h]	Consistencia del rendimiento [%]	Temperatura de UPA [°C]	Rendimiento [kg/h]	Consistencia del rendimiento [%]
95	325	6	95	360	3
100	330	4	100	371	1
105	351	5	105	385	2
110	366	4	110	404	3
115	375	5	115	425	1

La Fig. 7 representa los resultados, en particular en lo que se refiere al rendimiento y la consistencia.

15

Se puede observar que con el tornillo destalonado de acuerdo con la invención, se lograron mayores rendimientos con una mejora simultánea de la consistencia del rendimiento.

REIVINDICACIONES

1. Tornillo (1) para una extrusora o transportador (20), en particular tornillo extrusor, tornillo transportador o tornillo dosificador para polímeros, con un alma (3) que discurre helicoidalmente alrededor de un núcleo (2), en donde el alma (3) está destalonado al menos en una sección del tornillo (1) en su flanco de transporte activo (4) en la dirección de transporte (F), en donde el tornillo (1), al menos en una sección del tornillo (1), tiene una profundidad de admisión (t1), medida entre la envoltura (7) y el núcleo (2) en la zona entre dos almas (3) vecinos, en donde se aplica a la profundidad de admisión (t1): $0,03*d \leq t1 \leq 0,35*d$, siendo d el diámetro exterior del tornillo en esta zona,
- 5 10 caracterizado por que
- el núcleo (2) presenta, al menos en una sección del tornillo (1), en la zona en la que el flanco de transporte activo (4) se funde con el núcleo (2) o con la base del tornillo, una depresión (14) adicional en la que el diámetro del núcleo es menor que en las regiones vecinas, en donde se aplica a la profundidad adicional (t2) de la depresión (14): $0*t1 < t2 \leq t1$,
- 15 20 y por que se forma una sección de núcleo (15) vecina de la depresión (14) y recta en el plano de corte normal (16), que está inclinada en un ángulo (w_4) en el intervalo de $0^\circ < w_4 \leq 45^\circ$ con respecto a una envoltura (7) del tornillo (1).
- 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 155 160 165 170 175 180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250 255 260 265 270 275 280 285 290 295 300 305 310 315 320 325 330 335 340 345 350 355 360 365 370 375 380 385 390 395 400 405 410 415 420 425 430 435 440 445 450 455 460 465 470 475 480 485 490 495 500 505 510 515 520 525 530 535 540 545 550 555 560 565 570 575 580 585 590 595 600 605 610 615 620 625 630 635 640 645 650 655 660 665 670 675 680 685 690 695 700 705 710 715 720 725 730 735 740 745 750 755 760 765 770 775 780 785 790 795 800 805 810 815 820 825 830 835 840 845 850 855 860 865 870 875 880 885 890 895 900 905 910 915 920 925 930
2. Tornillo según la reivindicación 1, caracterizado por que el destalonado se forma con un ángulo de destalonado (w_2), medido en un vértice sobre el borde anterior (6) del alma (3) en la dirección de transporte (F), en un plano de corte normal (16) normal al alma (3), entre una envoltura (7) del tornillo (1) y una tangente (8) al flanco de transporte activo (4), en donde el ángulo de destalonado (w_2) se encuentra en el intervalo de $30^\circ \leq w_2 \leq 90^\circ$.
3. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que el ángulo de destalonado (w_2) está en el intervalo de $30^\circ \leq w_2 \leq 65^\circ$, en particular en el intervalo de $40^\circ \leq w_2 \leq 50^\circ$, preferentemente en aproximadamente 45° .
4. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el flanco de transporte activo (4) está diseñado para ser plano o no curvado en el plano de corte normal (16) al menos en una sección del tornillo (1), en una sección radialmente exterior (11), en particular hasta un máximo del 50 % del flanco de transporte activo (4).
5. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que para la profundidad de admisión (t1) se aplica: $0,125*d \leq t1 \leq 0,35*d$, en donde d es el diámetro exterior del tornillo en esta zona.
6. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el flanco de transporte activo (4) presenta, al menos en una sección del tornillo (1), en la zona en la que el flanco de transporte activo (4) se funde con el núcleo (2), una curvatura (R_2), en particular en forma de arco de círculo, que se extiende al menos en un intervalo de > 1 rad.
7. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la superficie exterior del alma (9) del alma (3), al menos en una sección del tornillo (1), no está curvada en el plano de corte normal (16) en la zona adyacente al borde anterior (6) del alma (3), preferiblemente completamente hasta el borde posterior (17).
8. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la superficie externa del alma (9), al menos en una sección del tornillo (1), está alineada paralelamente al extremo de la envoltura (7) y/o a la pared (23) de la carcasa (22) de una extrusora (20).
9. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que el flanco de transporte pasivo (12) del alma (3) adyacente a la superficie externa del alma (9) se forma para ser plano o no curvado en el plano de corte normal (16) al menos en una sección del tornillo (1), en una sección radialmente exterior (13) adyacente a la superficie externa del alma (9), en particular hasta un máximo del 70 % del flanco de transporte pasivo (12).
10. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que el flanco de transporte pasivo (12) está inclinado al menos en una sección del tornillo (1) con un ángulo de flanco (w_3) en el intervalo de $30^\circ \leq w_3 \leq 90^\circ$, medido en un vértice del borde más posterior (17) del alma (3) en la dirección de transporte (F), en un plano de sección normal (16) normal a la hélice (3), entre la envoltura (7) del tornillo (1) y una tangente (18) al flanco de transporte pasivo (12).
11. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el tornillo (1) es de arranque único o de arranque múltiple con un número de almas en el intervalo entre 2 y 20.
12. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que se aplica al paso (S) del tornillo (1): $0,1*d \leq S \leq 5*d$, en donde d es el diámetro exterior del tornillo.
13. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que se aplica a la anchura de alma (b) o a la anchura de la superficie externa del alma (9): $0*S \leq b \leq 0,5*S$, en donde S es el paso (S) del tornillo (1).

14. Tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que el tornillo (1) está diseñado según una de las reivindicaciones 1 a 13 sólo en la zona distal a la dirección de transporte (F) o en la zona de admisión de una extrusora o transportador (20), y en la zona restante el alma (3) no tiene destalonado.
- 5 15. Extrusora o transportador (20), en particular para polímeros, con al menos un tornillo (1) dispuesto de forma giratoria en una carcasa (22) según una de las reivindicaciones 1 a 14.
- 10 16. Extrusora o transportador (20) según la reivindicación 15, caracterizado por que el tornillo (1) está formado, en particular exclusivamente, en la zona de una abertura (21) de la carcasa (22), en particular en la zona de una abertura de admisión o abertura de alimentación (21) para el material, según una de las reivindicaciones 1 a 15.
- 15 17. Dispositivo para el tratamiento de plásticos, en particular residuos plásticos termoplásticos para reciclado, con un recipiente y/o compactador de corte (101) para el pretratamiento del material a tratar, y una extrusora o transportador (20) conectado al mismo, en particular tangencialmente, según la reivindicación 15 o 16 con un tornillo según una de las reivindicaciones 1 a 14.
- 20 18. Dispositivo para el tratamiento de plásticos, en particular residuos termoplásticos para el reciclado, con un recipiente (101) para el material a tratar, en donde al menos una herramienta giratoria de mezcla y/o de trituración (103), que puede girar alrededor de un eje de giro (110), está dispuesta en el recipiente (101) para mezclar, calentar y, en su caso, triturar el material plástico,
- 25 en donde se forma una abertura del recipiente (108) en una pared lateral (109) del recipiente (101) en la zona de la altura de la herramienta de mezcla y/o de trituración (103) más baja más cercana a la base, a través de la cual puede descargarse el material plástico pretratado del interior del recipiente (101),
 en donde al menos una extrusora o transportador (20) según la reivindicación 15 o 16 está provista para recibir el material pretratado en el recipiente (101),
 en donde la carcasa (22) de la extrusora (20) tiene una abertura de admisión (21) situada en su cara delantera (107) o en su pared de revestimiento para que el material sea agarrado por el tornillo (1), y la abertura de admisión (21) está en comunicación con la abertura del recipiente (108).
- 30 19. Dispositivo según la reivindicación 17 o 18, caracterizado por que en la zona situada delante de la abertura del recipiente (108) o en la zona situada delante de la abertura de admisión o abertura de alimentación (21) del transportador o extrusora (20), el sentido giro de la herramienta de mezcla y/o de trituración (103) discurre esencialmente en sentido contrario o en sentido opuesto a la dirección de transporte (F) de la extrusora (20).
- 35

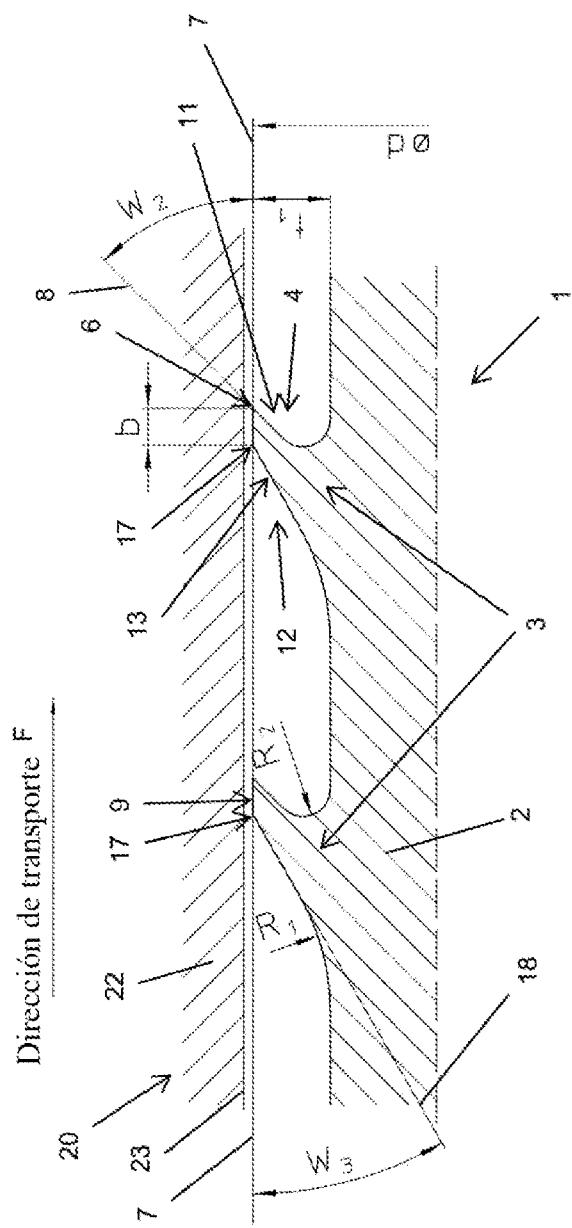


Fig. 1

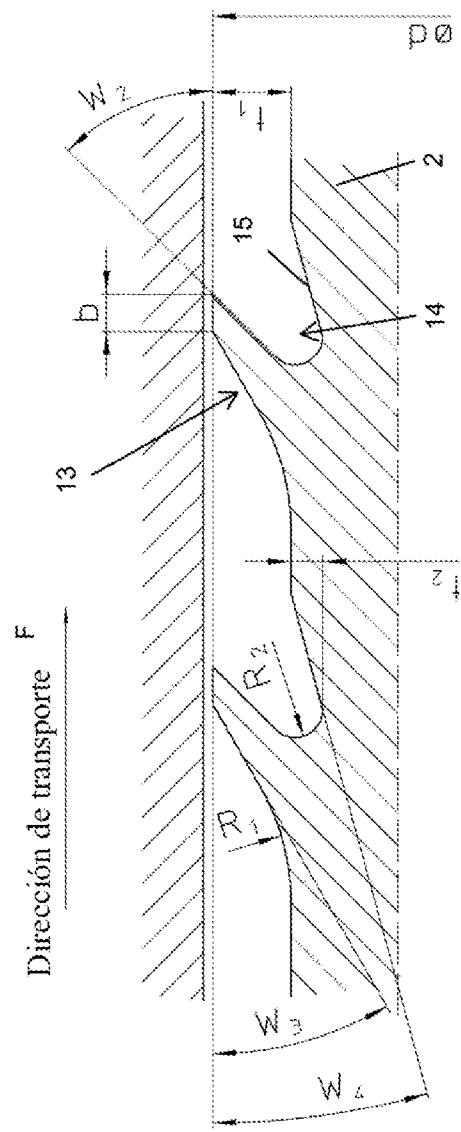


Fig. 2

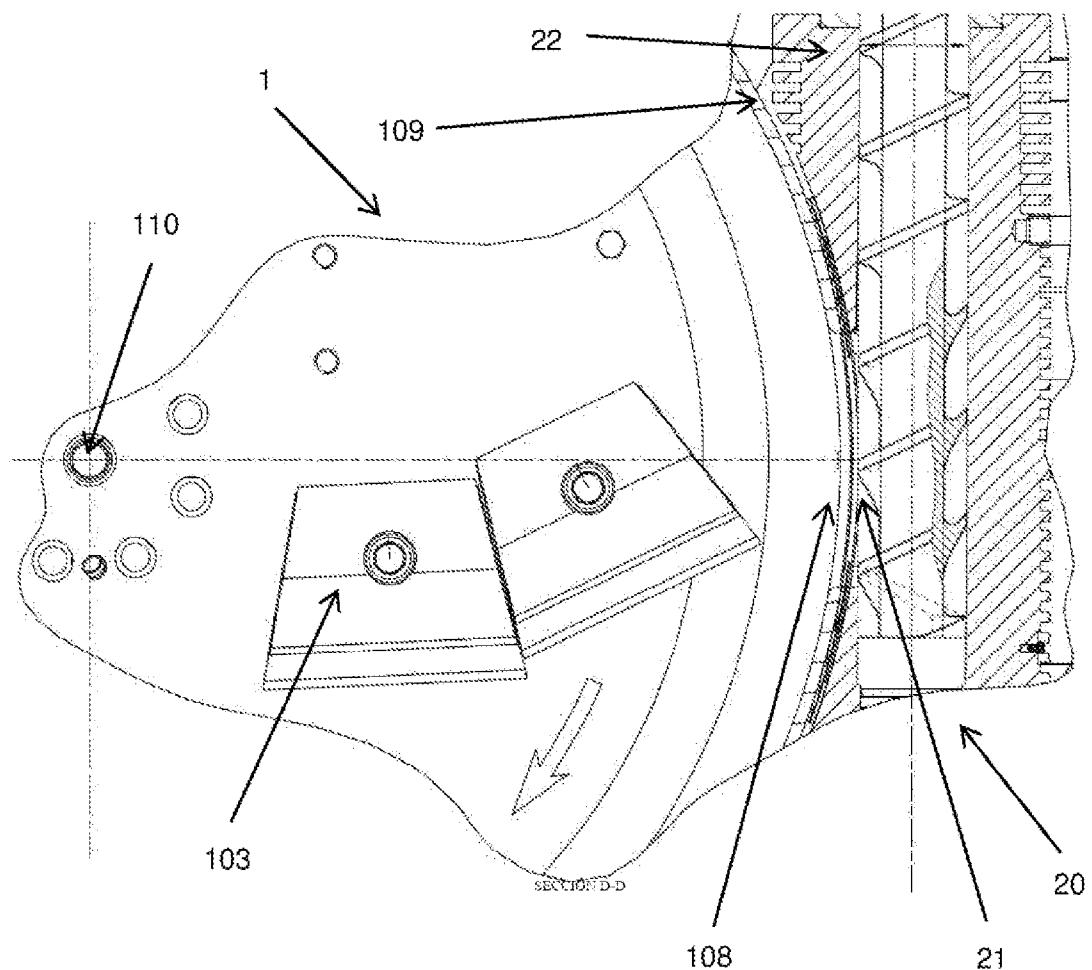
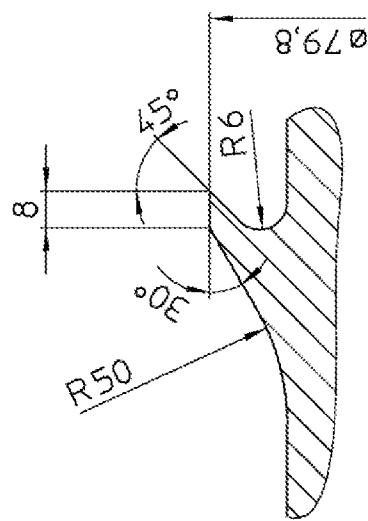
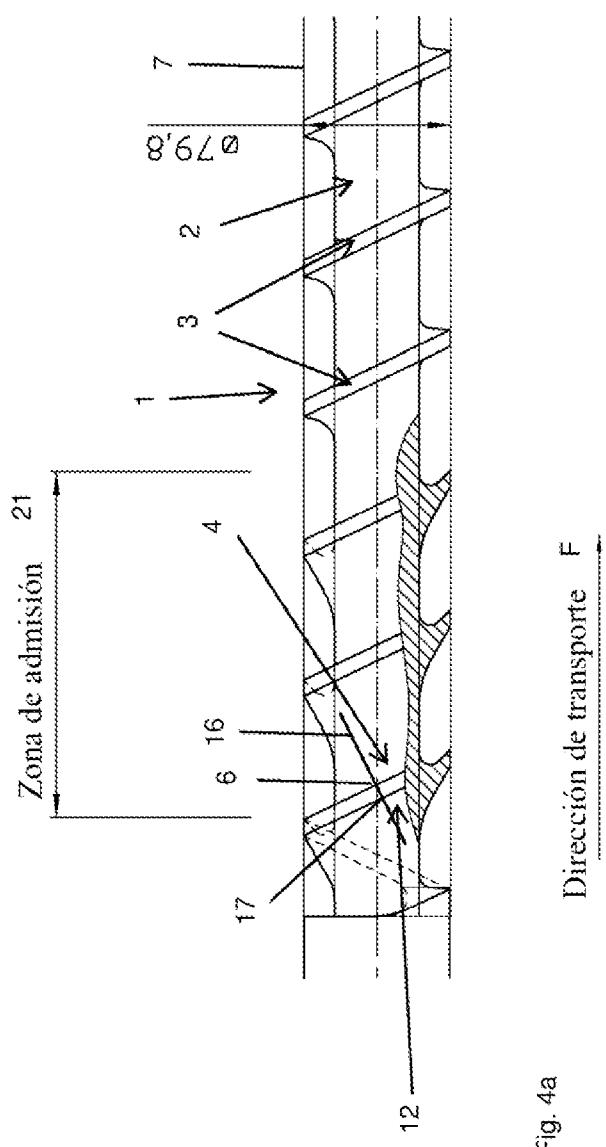


Fig. 3



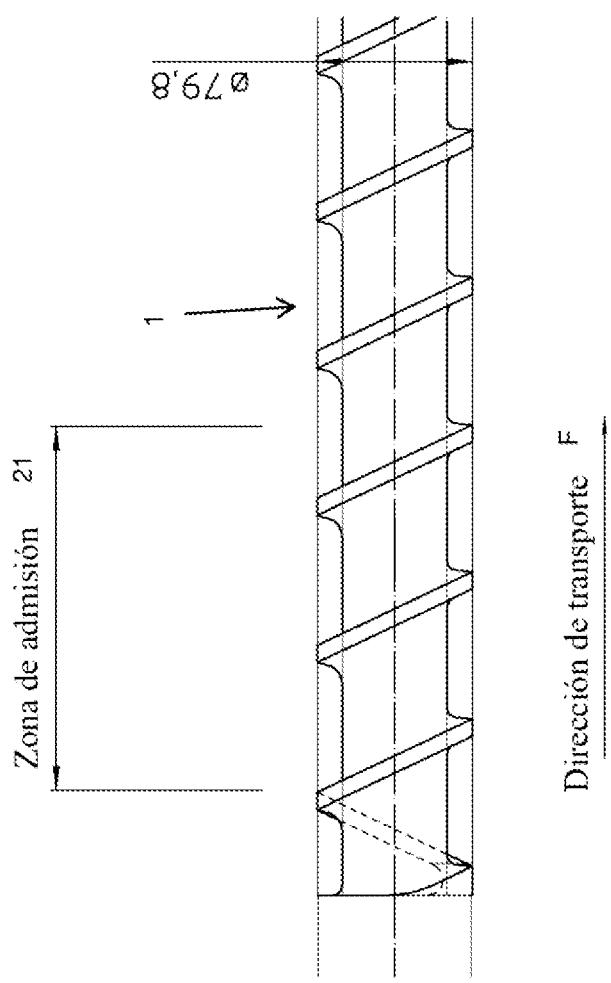


Fig. 5a

Dirección de transporte F

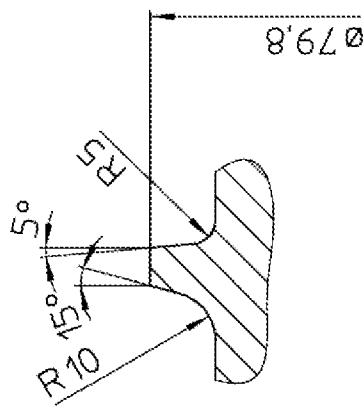


Fig. 5b

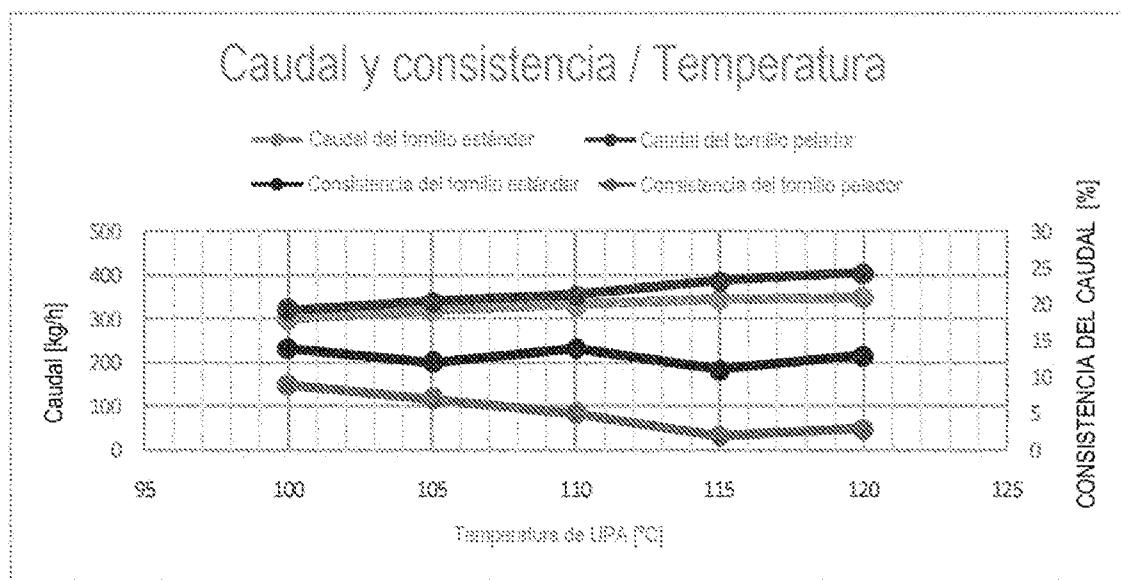


Fig. 6 - Ejemplo 1

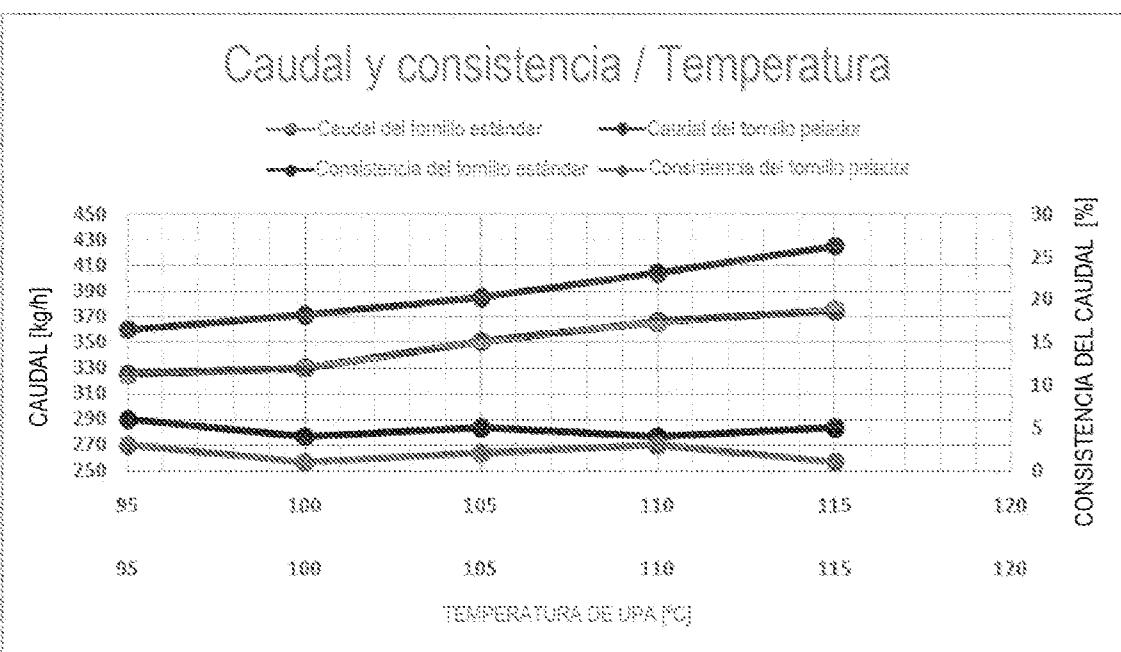


Fig. 7 - Ejemplo 2