

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 415**

51 Int. Cl.:

B29C 48/40 (2009.01)

B29C 48/92 (2009.01)

B29C 48/25 (2009.01)

B29B 7/48 (2006.01)

B29B 7/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2014** **E 14176902 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** **EP 2839943**

54 Título: **Extrusora y procedimiento para el control del par de giro**

30 Prioridad:

09.08.2013 DE 102013108629

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

31.03.2020

73 Titular/es:

**LEISTRITZ EXTRUSIONSTECHNIK GMBH
(100.0%)
Markgrafenstraße 36-39
90459 Nürnberg, DE**

72 Inventor/es:

**RECHTER, FRANK y
WOLF, SVEN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 751 415 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

Extrusora y procedimiento para el control del par de giro

5 La invención se refiere a una extrusora que comprende una pieza de trabajo compuesta de un cilindro y de al menos dos ejes de tornillo sinfín alojados en su interior con posibilidad de giro, un engranaje con al menos dos ejes secundarios, uniéndose cada eje secundario de forma resistente a la torsión a un eje de tornillo sinfín a través de un elemento de unión, un motor que acciona el engranaje y que se acopla al engranaje a través de un acoplamiento, así como un dispositivo de control.

10 Las extrusoras de este tipo se revelan, por ejemplo, en las memorias de patente EP2065162 A2 y JP2002113769 A. Como ya se sabe, éstas sirven para la preparación de masas que se tratan en la pieza de trabajo o en el cilindro a través de uno o varios ejes de tornillo sinfín que giran en el mismo, también conocidos como husillos de extrusora. Sólo se citan a modo de ejemplo masas plásticas que se funden y mezclan en la extrusora para su posterior tratamiento, por ejemplo, para la formación de granulado plástico o en el marco de los trabajos de moldeo por inyección y para la fabricación de componentes y similares. Otros ejemplos son las masas farmacéuticas que sirven para la fabricación de productos farmacéuticos, por ejemplo, en forma de comprimidos. Aquí, los materiales correspondientes también se procesan y se mezclan en el cilindro a través de los tornillos sinfín, etc., a fin de conseguir la composición homogénea deseada del producto extruido. Para ello, en la pieza de trabajo se prevé o a la pieza de trabajo se le asigna uno o varios dispositivos como, por ejemplo, dispositivos de aportación adecuados, mediante los cuales se aportan de forma dosificada los materiales a procesar, o dispositivos de calentamiento que sirven para regular la temperatura del cilindro o de las secciones de cilindro de las que se compone normalmente un cilindro como éste, y dispositivos similares. También en la industria alimentaria, estas masas correspondientes se preparan a menudo utilizando una extrusora. Naturalmente, para el funcionamiento de la extrusora es fundamental el accionamiento de al menos dos ejes de tornillo sinfín, dado que a través del accionamiento se regulan tanto el par de giro de los tornillos sinfín, como también el número de revoluciones de los tornillos sinfín que son relevantes para la energía aplicada al material a procesar. Esto se realiza mediante un motor y un engranaje reductor adecuado acoplado al eje o a los ejes de tornillo sinfín. Por lo general, el motor se acopla al engranaje mediante un acoplamiento de sobrecarga, abriéndose el acoplamiento de sobrecarga con la correspondiente sobrecarga por el lado del tornillo sinfín y separándose el engranaje y el motor. La estructura básica y la función de una extrusora de este tipo son bien conocidas.

20 En caso de sobrecarga, el acoplamiento sólo se abre si el par de giro total de los dos ejes de tornillo sinfín, que se ajusta a un lado del acoplamiento a través de los ejes secundarios y del engranaje, es mayor que el par de desconexión definido por el diseño y el dimensionamiento del acoplamiento de sobrecarga. Entonces y sólo entonces se abre el acoplamiento de sobrecarga, tratándose en este caso de un acoplamiento que se separa mecánicamente en el que, por ejemplo, las bolas cargadas por resorte, asignadas a un lado del acoplamiento, encajan en los correspondientes casquetes asignados al otro lado del acoplamiento, desplazándose fuera de los casquetes en caso de aplicación de un par de desconexión, con lo que el acoplamiento se desliza o abre. Por lo tanto, el par de desconexión debe aplicarse directamente al acoplamiento, lo que tiene como consecuencia que el par real aplicado a los ejes de tornillo sinfín sea algo más elevado, dado que se produce una cierta pérdida de par en la cadena mecánica desde los ejes de tornillo sinfín al acoplamiento o dado que un cierto factor de tiempo también juega un papel, ya que en el acoplamiento el aumento del par de giro por parte del eje de tornillo sinfín tiene lugar con un ligero retardo de tiempo. Por consiguiente, en el eje de tornillo sinfín puede que ya exista una sobrecarga que todavía no esté presente en el acoplamiento. Esto puede influir negativamente en el funcionamiento de la extrusora, así como especialmente en los ejes de tornillo sinfín y su desgaste.

Por lo tanto, la invención se basa en el problema de proponer una extrusora mejorada.

30 Para solucionar este problema se prevé según la invención una extrusora que comprende una pieza de trabajo compuesta de un cilindro y de al menos dos ejes de tornillo sinfín alojados en el mismo con posibilidad de giro, un engranaje con al menos dos ejes secundarios, uniéndose cada eje secundario de forma resistente a la torsión a un eje de tornillo sinfín a través de un elemento de unión, un motor que acciona el engranaje y que se acopla al engranaje a través de un acoplamiento, así como un dispositivo de control, asignándose a cada elemento de unión o a cada eje secundario un dispositivo de medición separado para la determinación del par de giro aplicado, comunicándose los dispositivos de medición con el dispositivo de control que, en dependencia de los distintos pares de giro determinados, controla el acoplamiento realizado como acoplamiento conmutable, configurándose el dispositivo de control para abrir el acoplamiento tanto si un par de giro determinado rebasa un valor límite de par de giro, como también si la diferencia entre los dos pares de giro determinados rebasa un valor límite.

45 Según la invención, se utilizan dispositivos de medición que miden individualmente los pares de giro aplicados o a asignar por el lado del eje de tornillo sinfín. Los dispositivos de medición se asignan respectivamente a un elemento de unión, por ejemplo, a un manguito de unión, mediante el cual un vástago de eje de tornillo sinfín se acopla a un eje secundario o bien al propio eje secundario, dependiendo de dónde se pueda instalar mejor el respectivo dispositivo de medición. Como consecuencia, cada dispositivo de medición suministra una señal de par de giro individual que indica el nivel del par real aplicado. Dado que estas señales se miden casi directamente en los ejes de tornillo sinfín o cerca de ellos, pueden asignarse claramente a los ejes de tornillo sinfín correspondientes.

Las señales de par de giro se envían al dispositivo de control que las procesa. Por consiguiente, el dispositivo de control conoce el desarrollo del par de giro individual del eje o el par real respectivo. Tomando como base esta información del par individual, el dispositivo de control se configura para, en caso de darse las condiciones límite o de activación adecuada, accionar el acoplamiento realizado como un acoplamiento conmutable. De este modo, el acoplamiento puede abrirse activamente aplicando un comando de control, independientemente de si existe o no un par total suficientemente alto. Esto ofrece la posibilidad de abrir, si es necesario, el acoplamiento observando las condiciones reales del par en los distintos tornillos sinfín para la protección de la extrusora o de los ejes de tornillo sinfín, etc.

Así es posible conseguir una serie de ventajas especiales. Sobre todo en caso de extrusoras que presentan varios alimentadores laterales, es decir, dispositivos de aportación que aportan el material correspondiente desde el lateral, el par de giro de los ejes de tornillo sinfín izquierdo y derecho puede diferir considerablemente. Esto puede dar lugar a que un tornillo sinfín ya esté extremadamente cargado o sobrecargado, mientras que al otro aún se le aplica un par de giro tolerable. Sin embargo, el par de giro total aún no ha alcanzado el valor del par de giro de desconexión, por lo que un acoplamiento normal no se abriría. No obstante, observando los pares de giro individuales de los tornillos sinfín es posible detectar un caso de sobrecarga en un eje de tornillo sinfín al que se le aplica un par de giro superior que al par de giro nominal admisible, de manera que el acoplamiento se pueda abrir activamente mediante el accionamiento a través del dispositivo de control.

En caso de recorridos muy largos, una distribución irregular del par de giro en los dos ejes de tornillo sinfín da lugar además a giros desiguales de los vástagos de tornillo sinfín alrededor del eje longitudinal, lo que en ocasiones puede provocar un contacto entre los elementos del tornillo sinfín y un aumento del par. Esto también se puede registrar mediante una evaluación adecuada de los pares de giro individuales asignados a los ejes de tornillo sinfín.

El dispositivo de control se configura según la invención para la apertura activa del acoplamiento en caso de existencia de condiciones límite o de condiciones de activación. Según la invención, el dispositivo de control puede abrir el acoplamiento si un par de giro determinado rebasa un valor límite de par de giro. Por consiguiente, a cada eje de tornillo sinfín se le asigna un valor límite de par de giro definido que se encuentra en el rango del par de giro nominal o en un rango ligeramente superior. Normalmente, el valor límite de par de giro es mayor que el valor de par nominal, dado que, por regla general, un par de desconexión (siempre que esté definido) corresponde aproximadamente al 120-140% del par nominal de los dos ejes de tornillo sinfín. Como consecuencia, los valores límite de par de giro que corresponden a los respectivos ejes de tornillo sinfín se almacenan en la unidad de control. Naturalmente, estos valores límite de par de giro también pueden variar dependiendo de la clase y del tipo del eje de tornillo sinfín utilizado. De este modo, a través de tornillos sinfín compactos, es decir, tornillos sinfín elaborados a partir de un solo bloque de material, es posible transmitir pares de giro más altos que a través de los así llamados tornillos sinfín de inserción en los que los distintos elementos de tornillo sinfín se insertan en un vástago de tornillo sinfín. Dependiendo también de las diferentes zonas de trabajo configuradas en el eje de tornillo sinfín y que procesan el material de forma diferente en cada caso, también se puede producir una variación del par de giro, de manera que los valores límite de par de giro respectivamente diferente se almacenen en el dispositivo de control. En función de los ejes de tornillo sinfín instalados, el dispositivo de control puede controlar, en base a los correspondientes valores límite de par de giro asignados, si un par real, registrado por un dispositivo de medición, alcanza o rebasa un valor límite de par de giro. En tal caso, el acoplamiento se activa inmediatamente para la apertura del mismo, no habiéndose alcanzado aún en este caso el par total calculado que, según el estado de la técnica, debe aplicarse sólo para la apertura del acoplamiento.

El dispositivo de control también abre además el acoplamiento incluso si la diferencia entre los dos pares de giro determinados rebasa un valor límite. Los pares de giro reales aplicados a los distintos ejes de tornillo sinfín pueden coincidir, aunque no es preciso que lo hagan. Esto puede deberse a que, por ejemplo, los dispositivos de aportación sólo funcionan desde un lado, es decir, sólo se carga directamente un eje de tornillo sinfín con el nuevo material a alimentar y similares. Si en el marco del registro continuo del par de giro real y del procesamiento de las correspondientes señales de medición se comprueba que existe una diferencia de par de giro demasiado grande entre los distintos valores de par de giro reales registrados, ésta también puede evaluarse como una condición de desconexión que conduzca a una apertura activa del acoplamiento mediante el control del dispositivo de control.

Otra condición de apertura que, según la invención, se puede implementar además de las dos condiciones de apertura antes mencionadas implementadas en principio, puede prever que el dispositivo de control abra el acoplamiento si el gradiente del aumento de un par de giro determinado rebasa un valor límite de gradiente. Si también se produce sólo en un eje de tornillo sinfín un aumento muy rápido del par de giro asignado y registrado en el elemento de unión o en el eje secundario, esto puede indicar un caso de sobrecarga inminente. Un aumento tan fuerte puede deberse, por ejemplo, a un contacto entre los dos ejes de tornillo sinfín o a una densidad excesiva del material y similares. Si ahora se determina, en base al registro continuo del par de giro real y a su evaluación temporal, que el gradiente con el que se eleva el valor de par de giro real de un eje de tornillo sinfín es suficientemente pronunciado y rebasa un valor límite de gradiente, esto también puede reconocerse como una condición de desconexión inmediata por parte del dispositivo de control que a continuación controla y abre el acoplamiento.

Otra condición de cancelación también implementada, si es necesario, acumulativamente por parte del dispositivo de control puede prever que el dispositivo de control abra el acoplamiento si la evolución temporal de un par de giro determinado muestra una oscilación cuya amplitud es mayor que una amplitud comparativa. Se ha comprobado que

el par de giro de la extrusora en funcionamiento no es constante, sino que siempre muestra una ligera oscilación. Esto resulta del funcionamiento de alimentación continuo del material, del transporte del material en el interior del cilindro, así como naturalmente de la rotación del tornillo sinfín. Una oscilación como ésta es tolerable si la amplitud no es demasiado alta. El dispositivo de control es ahora capaz de reconocer, por una parte, la oscilación mediante la evaluación de la curva de par de giro registrada en el tiempo y, por otra parte, la correspondiente altura de la amplitud. Si la amplitud de oscilación es mayor que una amplitud comparativa, este resultado de comparación también puede evaluarse como un criterio de cancelación inmediato, lo que da lugar a que el dispositivo de control controle y abra activamente el acoplamiento.

Como se ha descrito antes, las al menos dos primeras modalidades de desconexión citadas al principio se implementan en el dispositivo de control, implementándose preferiblemente las cuatro modalidades de desconexión en el dispositivo de control por medio de software, de manera que el dispositivo de control sea capaz de detectar las cuatro posibilidades de cancelación diferentes y reaccionar en consecuencia.

Resulta conveniente que el dispositivo de control controle un convertidor de frecuencia para la reducción del número de revoluciones del motor al mismo tiempo o inmediatamente después de la apertura del acoplamiento. Si el acoplamiento se abre, el motor gira prácticamente en vacío. Ahora resulta conveniente reducir también el número de revoluciones del motor cuando se abre el acoplamiento o, visto en el tiempo, poco después, lo que se lleva a cabo a través del dispositivo de control mediante un control correspondiente de un convertidor de frecuencia preconectado o asignado al motor. Es decir, la apertura del acoplamiento también conlleva una reducción inmediata del número de revoluciones del motor, pudiéndose desconectar también el motor o reducir el número de revoluciones a cero.

Según la invención, se utiliza un acoplamiento conmutable. Éste puede activarse de forma neumática o electromagnética. Un acoplamiento conmutable que se puede activar neumáticamente funciona de manera que los dos discos de fricción del acoplamiento se presionen uno contra otro mediante una presión de aire elevada. Cuanto mayor es la presión del aire, mayor es el par de fricción y, por lo tanto, mayor es el par de giro que se puede transmitir. Si ahora se pretende abrir el acoplamiento, se controla una bomba correspondiente o similar a través del dispositivo de control y la presión de aire se reduce bruscamente, de manera que los discos de fricción ya no puedan presionarse activamente el uno contra el otro, pudiendo, como consecuencia, un lado del acoplamiento girar libremente en relación con el otro lado del acoplamiento.

En caso de un acoplamiento que se puede activar electromagnéticamente, una placa de fricción se atrae contra la otra placa de fricción o un disco dentado se atrae contra otro disco dentado por medio de un electroimán suficientemente potente o de una disposición que comprenda varios electroimanes de este tipo.

Cuanto mayor es la fuerza a través de este elemento de ajuste electromagnético que da lugar a la unión positiva, mayor es el par de giro que se puede transmitir. Si a continuación debe abrirse el acoplamiento, el o los electroimanes se desconecta o desconectan, desengranándose las placas o los dentados previamente presionados unos contra otros o atraídos entre sí, lo que resulta, por ejemplo, muy brusco cuando se mueven por encima de los electroimanes contra la fuerza de retorno de los elementos de resorte, etc. El acoplamiento también se abre aquí inmediatamente, pero siempre de forma controlada por el dispositivo de control, como en el caso neumático.

El propio dispositivo de medición puede ser un dispositivo de medición que funcione sin contacto, especialmente utilizando un elemento magnetoelástico. Como dicho elemento se utiliza preferiblemente el elemento de unión, pudiendo servir igualmente para este fin los ejes secundarios. En este caso, el elemento de unión o los ejes secundarios se dotan de una magnetización remanente que genera un campo magnético que puede modificarse en dependencia del par de giro proporcionado en virtud de la carga del elemento de unión o del eje secundario y, por consiguiente, de la influencia estructural asociada. Un sensor magnético dispuesto en una posición fija, por ejemplo, un sensor Hall o similar, es ahora capaz de detectar este campo magnético o el cambio de campo y deducir, a partir del mismo, el nivel de par de giro, siempre que esto no ocurra en el dispositivo de control. Por consiguiente, se lleva a cabo una detección del par de giro mediante el control de un campo magnético.

Otro dispositivo de medición que funciona sin contacto puede ser un dispositivo de medición óptico. Finalmente también es posible imaginar el uso de un calibre extensométrico que se dispone en el elemento de unión o en el eje secundario y que emite una señal correspondiente en función de la torsión del eje o del elemento. En este caso, el dispositivo de medición funciona prácticamente con el elemento de unión o el eje secundario, captándose las señales de forma adecuada y transmitiéndose al dispositivo de control.

Además de la propia extrusora, la invención se refiere además a un procedimiento para el funcionamiento de una extrusora que comprende una pieza de trabajo compuesta de un cilindro y de al menos dos ejes de tornillo sinfín alojados en el mismo con posibilidad de giro, un engranaje con al menos dos ejes secundarios, uniéndose cada eje secundario de forma resistente a la torsión a un eje de tornillo sinfín a través de un elemento de unión, un motor que acciona el engranaje y que se acopla al engranaje a través de un acoplamiento, así como un dispositivo de control, asignándose a cada elemento de unión o a cada eje secundario un dispositivo de medición separado para la determinación del par de giro aplicado, comunicándose el dispositivo de medición con el dispositivo de control que, en dependencia de los distintos pares de giro determinados, abre el acoplamiento realizado como acoplamiento conmutable tanto si un par de giro determinado rebasa un valor límite de par de giro, como también si la diferencia entre los dos pares de giro determinados rebasa un valor límite.

Además, el dispositivo de control puede abrir adicionalmente el acoplamiento si el gradiente del aumento de un par de giro determinado rebasa un valor límite de gradiente y/o si la evolución temporal de un par de giro determinado muestra una oscilación cuya amplitud es mayor que una amplitud comparativa.

5 El dispositivo de control se configura para abrir el acoplamiento cuando se detecta una de al menos dos, preferiblemente cuatro, condiciones de activación previamente definidas, es decir, las dos, especialmente las cuatro variantes de funcionamiento o de control, se implementan en el dispositivo de control mediante software.

Naturalmente, en el dispositivo de control también se almacenan los correspondientes valores límite o comparativos necesarios para la realización de los respectivos análisis de los valores de par de giro o similares.

10 Según el procedimiento también puede preverse que el dispositivo de control controle un convertidor de frecuencia para reducir el número de revoluciones del motor al mismo tiempo o inmediatamente después de la apertura del acoplamiento. Es decir, el dispositivo de control es finalmente capaz de llevar la extrusora a un estado seguro con el acoplamiento abierto y el motor apagado.

15 Resulta fundamental para la extrusora según la invención o para el procedimiento según la invención detectar una situación que conduce a una desconexión antes de aplicar un par de giro de desconexión suficientemente alto al acoplamiento, con lo que el acoplamiento se abriría finalmente por razones puramente mecánicas. Por este motivo, los respectivos pares de giro reales se miden en los ejes de tornillo sinfín o en los elementos de unión y en los ejes secundarios que, en este caso, no se consideran como el par total, sino que constituyen de forma individual la base del control. Como consecuencia, se tienen en cuenta los pares de giro o las curvas de par de giro que se aplican realmente a los componentes funcionales a proteger, en concreto, al eje de tornillo sinfín.

20 Del ejemplo de realización que se describe a continuación, así como por medio del dibujo, resultan otras ventajas, características y detalles de la invención.

25 En la figura se muestra una representación del principio de una extrusora 1 según la invención que comprende una pieza de trabajo 2 con un cilindro 3 que, como suele ser habitual, se compone de una pluralidad de segmentos de cilindro individuales dispuestos en fila y conectados entre sí. Como se representa de forma destacada, en el cilindro 3 se alojan con posibilidad de giro dos ejes de tornillo sinfín 5a, 5b. Como ya se sabe, el cilindro 3 presenta con esta finalidad una perforación de cilindro realizada como perforación de gafas.

30 En la pieza de trabajo 2 se dispone a modo de ejemplo o a la pieza de trabajo se le asigna un dispositivo adicional en forma de un dispositivo de aportación 6, pudiéndose prever también naturalmente varios dispositivos de aportación 6. El o los materiales a procesar se aportan a través del dispositivo de aportación 6. Se prevé además un dispositivo de calentamiento 7 mediante el cual se puede regular la temperatura del cilindro 3 y que también se indica sólo a modo de ejemplo.

35 Los ejes de tornillo sinfín 5a, 5b se unen a los dos ejes secundarios 9a, 9b del engranaje 10 por medio de los respectivos elementos de unión 8a, 8b realizados como acoplamientos de manguito. El engranaje 10, un engranaje reductor, se acopla al motor 12 a través de un acoplamiento conmutable 11, tratándose en este caso de un acoplamiento conmutable neumáticamente o de un acoplamiento conmutable electromagnéticamente. Por consiguiente, la rotación del eje secundario del motor se transmite a través del acoplamiento 11 al engranaje 10, transmitiéndose a través de los ejes secundarios del engranaje 9a, 9b y de los elementos de unión 8a, 8b a los ejes de tornillo sin fin 5a, 5b.

40 Se prevé además un dispositivo de control 13 que controla el funcionamiento de los componentes fundamentales o de todos los componentes de la extrusora 1. Como se representa, dicho dispositivo puede controlar tanto el funcionamiento del dispositivo de aportación 6, como también el dispositivo de calentamiento 7. El mismo controla además el funcionamiento del motor 12 a través de un convertidor 14, a fin de controlar el par de giro generado o suministrado por el motor 12, así como el número de revoluciones.

45 El dispositivo de control 13 controla además el acoplamiento conmutable 11. Si en el caso del acoplamiento se trata de un acoplamiento de fricción sometido a presión, el mismo puede conectarse de forma activa controlando mediante el dispositivo de control la presión de aire a través de la cual se comprimen los discos de acoplamiento de fricción. Dependiendo de la presión de apriete de los discos, se puede transmitir, en caso de una sobrecarga, un par de giro diferente o ajustar un par de desconexión diferente. Si en el caso del acoplamiento 11 se trata de un acoplamiento conmutable electromagnéticamente, los dos discos dentados se pueden comprimir el uno contra el otro en arrastre de forma por medio de un electroimán, pudiéndose transmitir, en función de la fuerza con la que se compriman los discos, un par de giro diferente o pudiéndose ajustar un par de desconexión diferente. Independientemente del diseño concreto del acoplamiento conmutable, el acoplamiento 11 también se puede abrir activamente mediante el control correspondiente del mismo a través del dispositivo de control 13.

55 Se prevén además dos dispositivos de medición 15a, 15b que en el ejemplo mostrado se asignan a los elementos de unión 8a, 8b, es decir, a los dos acoplamientos de manguito. Éstos también podrían asignarse de igual modo a los ejes secundarios 9a, 9b. Los dispositivos de medición 15a, 15b sirven para la detección individual de pares de giro reales separados en los elementos de unión 8a, 8b o, si están allí dispuestos, en los ejes secundarios 9a, 9b. Estos dispositivos de medición 15a, 15b se comunican con el dispositivo de control 13, de manera que los pares de giro reales registrados se transmitan al mismo de forma continua.

5 En el caso de los dispositivos de medición 15a, 15b se trata preferiblemente de dispositivos de medición sin contacto, con preferencia de dispositivos de medición que permiten la detección de un campo magnético o la detección de un cambio en el campo magnético. Para ello resulta conveniente cubrir los elementos de unión 8a, 8b, por completo o al menos por secciones, con una magnetización permanente, de manera que, como consecuencia, generen un campo magnético permanente. En caso de asignación de los dispositivos de medición a los ejes secundarios 9a, 9b, los ejes secundarios se magnetizan de forma correspondiente. Durante el funcionamiento, cuando se transmite un par de giro, los respectivos elementos de unión 8a, 8b o los ejes secundarios 9a, 9b se someten a una carga mecánica que provoca, a su vez, una variación del campo magnético. Los dispositivos de medición 15a, 15b comprenden sensores magnéticos correspondientes, por ejemplo, en forma de sensores Hall, que detectan este campo magnético o la variación del campo. Por medio de la señal de medición correspondiente, el dispositivo de medición respectivo 15a, 15b o, a más tardar, el dispositivo de control 13 pueden ahora determinar el respectivo par de giro real aplicado al elemento de unión 8a, 8b o al eje secundario 9a, 9b. Este par de giro real respectivo se puede asignar al eje de tornillo sinfín correspondiente 5a, 5b, correspondiendo el par de giro real allí aplicado fundamentalmente al par de giro medido después de haberse realizado la medición directamente en la zona de unión de los elementos de tornillo sinfín al engranaje y no en la zona del acoplamiento. En base a estos valores de pares de giro reales individuales, el dispositivo de control es ahora capaz de determinar si existe una situación de funcionamiento que requiera o no una apertura activa del acoplamiento 11 y, por consiguiente, una separación del engranaje 10 del motor 12.

20 Se puede producir una circunstancia como ésta si uno de los pares de giro reales determinados es mayor que un valor límite de par de giro. A cada eje de tornillo sinfín 5a, 5b se le asigna un valor límite de par que no debe rebasarse. Sin embargo, esto puede suceder durante el funcionamiento, por ejemplo, si sólo se carga uno de los ejes de tornillo sinfín 5a, 5b a través del dispositivo de aportación 6. En este caso, la suma de los dos pares reales individuales puede estar muy por debajo del par de desconexión total definido del acoplamiento 11. No obstante, debe proporcionarse una sobrecarga de un eje de tornillo sinfín 5a, 5b. Si el dispositivo de control 13 la detecta, abre de forma activa el acoplamiento 11.

25 El dispositivo de control 13 también puede determinar cualquier diferencia entre los dos pares de giro reales, es decir, un par de diferencia. Si este par es superior a un valor límite, los distintos ejes de tornillo sinfín 5a, 5b también se someten a una carga muy diferente. Esto también puede ser una indicación de una situación de sobrecarga que da lugar a una apertura activa del acoplamiento 11.

30 Dado que los pares de giro reales se transmiten de forma continua al dispositivo de control 13 a través de los dispositivos de medición 15a, 15b, el dispositivo de control puede registrar, por lo tanto, la evolución temporal de los valores de medición respectivamente determinados. Si ahora se ajusta un aumento o gradiente suficientemente pronunciado de un valor de par de giro determinado, el dispositivo de control puede determinar el gradiente y compararlo con un gradiente comparativo. Si el aumento es suficientemente pronunciado, lo que resulta de la comparación, esto también puede indicar una situación de sobrecarga, activando de nuevo el dispositivo de control 13 el acoplamiento 11 para la apertura.

35 Por último, también se puede registrar una posible oscilación del valor de par de giro, así como determinar su amplitud en base a la evolución temporal de los valores de par de giro reales. Por regla general, se produce una ligera oscilación, pero si la oscilación es demasiado fuerte, esto también puede indicar una eventual situación de sobrecarga. Si la comparación de la amplitud de oscilación real determinada con una amplitud comparativa muestra que la amplitud de oscilación real rebasa la amplitud comparativa, este hecho también puede dar lugar a una apertura activa del acoplamiento.

40 La apertura del acoplamiento 11 también conlleva el correspondiente control del convertidor 14 para la reducción del número de revoluciones del motor 12, por lo que resulta preferible llevarla a cabo en una relación temporal directa con la apertura del acoplamiento 11.

45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Extrusora que comprende una pieza de trabajo compuesta de un cilindro y de al menos dos ejes de tornillo sinfín alojados en el mismo con posibilidad de giro, un engranaje con al menos dos ejes secundarios, uniéndose cada eje secundario de forma resistente a la torsión a un eje de tornillo sinfín a través de un elemento de unión, un motor que acciona el engranaje y que se acopla al engranaje a través de un acoplamiento, así como un dispositivo de control, asignándose a cada elemento de unión (8a, 8b) o a cada eje secundario (9a, 9b) un dispositivo de medición separado (15a, 15b) para la determinación del par de giro aplicado, comunicándose los dispositivos de medición (15a, 15b) con el dispositivo de control (13) que, en dependencia de los distintos pares de giro determinados, controla el acoplamiento realizado como acoplamiento conmutable (11), caracterizada por que el dispositivo de control (13) está configurado para abrir el acoplamiento (11) tanto si un par de giro determinado rebasa un valor límite de par de giro, como también si la diferencia entre los dos pares de giro determinados rebasa un valor límite, así como si el gradiente del aumento de un par de giro determinado rebasa un valor límite de gradiente.
- 15 2. Extrusora según la reivindicación 1, caracterizada por que el dispositivo de control (13) se configura además para la apertura del acoplamiento (11) si la evolución temporal de un par de giro determinado muestra una oscilación cuya amplitud es mayor que una amplitud comparativa.
- 20 3. Extrusora según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el dispositivo de control (13) controla, al mismo tiempo o inmediatamente después de la apertura del acoplamiento (11), un convertidor de frecuencia (14) para la reducción del número de revoluciones del motor (12).
- 25 4. Extrusora según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el acoplamiento conmutable (11) es un acoplamiento que se puede activar de forma neumática o un acoplamiento que se puede activar de forma electromagnética.
5. Extrusora según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que los dispositivos de medición (15a, 15b) son dispositivos de medición que funcionan sin contacto.
- 30 6. Extrusora según la reivindicación 5, caracterizada por que los elementos de unión (8a, 8b) o los ejes secundarios (9a, 9b) están dotados de una magnetización que genera un campo magnético que se puede modificar en dependencia del par de giro proporcionado, registrando un sensor de campo magnético el campo magnético.
- 35 7. Extrusora según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que el dispositivo de medición es un dispositivo de medición óptico.
8. Extrusora según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que el dispositivo de medición presenta al menos un calibre extensométrico dispuesto en el elemento de unión (8a, 8b) o en el eje secundario (9a, 9b).
- 40 9. Procedimiento para el funcionamiento de una extrusora que comprende una pieza de trabajo compuesta de un cilindro y de al menos dos ejes de tornillo sinfín alojados en el mismo con posibilidad de giro, un engranaje con al menos dos ejes secundarios, uniéndose cada eje secundario de forma resistente a la torsión a un eje de tornillo sinfín a través de un elemento de unión, un motor que acciona el engranaje y que se acopla al engranaje a través de un acoplamiento, así como un dispositivo de control, asignándose a cada elemento de unión o a cada eje secundario un dispositivo de medición separado para la determinación del par de giro aplicado, comunicándose los dispositivos de medición con el dispositivo de control, caracterizado por que el dispositivo de control está configurado para, en dependencia de los distintos pares de giro determinados, abrir el acoplamiento realizado como acoplamiento conmutable tanto si un par de giro determinado rebasa un valor límite de par de giro, como también si la diferencia entre los dos pares de giro determinados rebasa un valor límite, así como si el gradiente del aumento de un par de giro determinado rebasa un valor límite de gradiente.
- 45 50 10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que el dispositivo de control abre aún más el acoplamiento cuando la evolución temporal de un par de giro determinado indica una oscilación cuya amplitud es superior a una amplitud comparativa.
- 55 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado por que el dispositivo de control controla, al mismo tiempo o inmediatamente después de la apertura del acoplamiento, un convertidor de frecuencia para la reducción del número de revoluciones del motor.

