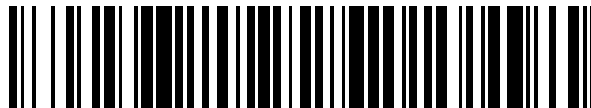


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 279**

51 Int. Cl.:

B23P 19/06 (2006.01)
B21J 5/06 (2006.01)
B21J 15/02 (2006.01)
F16B 25/00 (2006.01)
F16B 25/10 (2006.01)
B21J 15/28 (2006.01)
B21K 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2015** **E 15001424 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017** **EP 2954973**

54 Título: **Procedimiento para el atornillado directo de componentes, especialmente para el atornillado de perforación continua, así como dispositivo para el atornillado directo de componentes**

30 Prioridad:

13.06.2014 DE 102014208989

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.07.2017

73 Titular/es:

DEPRAG SCHULZ GMBH U. CO. (100.0%)
Carl-Schulz-Platz 1
92224 Amberg, DE

72 Inventor/es:

PFEIFFER, ROLF y
ROSENKRANZ, CARSTEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 627 279 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 el atornillado directo de componentes, especialmente para el atornillado de perforación continua, así como dispositivo para el atornillado directo de componentes

5 La invención se refiere a un procedimiento para el atornillado directo de componentes, especialmente para el atornillado de perforación continua, con las características del preámbulo de la reivindicación de patente 1, así como además a un dispositivo para el atornillado directo de componentes con las características del preámbulo de la reivindicación de patente 13.

10 En el documento DE 103 48 427 A1, por ejemplo, se puede ver un procedimiento de este tipo para el atornillado de perforación continua. En el atornillado de perforación continua se atornillan entre sí dos componentes por medio de una atornilladura sin un perforado previo. En este caso, en una primera fase del proceso se practica en el componente un agujero sin arranque de virutas y, a continuación, en una segunda fase del proceso, se moldea en el agujero practicado una rosca. Aquí, ambas fases del proceso se llevan a cabo con un tornillo de perforación continua con el que, por lo tanto, se practica en primer lugar el agujero sin arranque de virutas y a continuación se moldea la rosca. Finalmente, el tornillo de perforación continua también sirve al mismo tiempo para unir los dos componentes a través de una unión por tornillos en una tercera fase del proceso. Para el proceso de atornillado de perforación continua, el tornillo de perforación continua se hace girar y con ayuda de un accionamiento de avance se desplaza en dirección axial con una fuerza de avance preestablecida.

15 El tornillo de perforación continua presenta normalmente una punta cónica. Durante el proceso de conformación del agujero en la primera fase del proceso, el componente en primer lugar se calienta a través del tornillo de perforación continua en la posición de perforación prevista mediante un número de revoluciones elevado, así como una fuerza de avance elevada y, a continuación, se deforma plásticamente. Después del proceso de conformación del agujero, el tornillo de perforación continua penetra aún más y moldea con su rosca de tornillo la rosca en el agujero antes conformado. Para el proceso de conformación de rosca en la segunda fase del proceso, el número de revoluciones del tornillo de perforación continua normalmente se reduce. En la primera fase del proceso, en la que mediante el calentamiento se lleva a cabo una deformación plástica de los componentes, según el documento DE 103 48 427 A1 se alcanzan números de revoluciones del orden de 1000 a 5000 1/min y fuerzas de avance o de apriete del orden de entre 0,3 a 1,5 kN.

20 En el documento DE 103 48 427 A1 se prevé además que los componentes se aprieten unos contra otros durante el atornillado a través de una fuerza de retención que se puede aplicar, por ejemplo, de forma neumática o también mediante muelles. Adicionalmente, por medio de un husillo roscado, una fuerza de avance actúa sobre el tornillo de perforación continua.

25 En el documento DE 199 11 308 A1 se describe otro dispositivo para el estriado de perforación continua. En este caso se utiliza una única herramienta que para la operación de perforación se ajusta a un avance más lento en comparación con las formas de rosca siguientes. En este caso se genera una presión de apriete por medio de un resorte de compresión helicoidal.

30 Los sistemas que se encuentran en el mercado se caracterizan, con respecto a la generación de la fuerza de avance, por sistemas neumáticos por medio de los cuales se genera la fuerza de avance y se transmite a los ejes de atornillador.

35 El atornillado de perforación continua también se aplica en gran medida en la industria automovilística. Aquí se requiere especialmente un elevado índice cíclico y al mismo tiempo una alta seguridad en el proceso. Se ha observado que especialmente la conmutación entre la primera fase del proceso de conformación del agujero y la segunda fase del proceso de conformación de rosca resulta problemática.

40 Además del atornillado de perforación continua se conoce también como atornillado directo adicional un atornillado de perforación en el que el agujero se practica en la primera fase de proceso con ayuda de un tornillo perforador mediante perforación, es decir, sin arranque de virutas, moldeándose, a continuación, en la segunda fase de proceso, al igual que en el atornillado de perforación continua, una rosca. Por atornillado directo se entiende en general un proceso en el que el proceso de conformación del agujero y el proceso de atornillado se lleva a cabo en un proceso de atornillado común con un elemento de atornillado que también se configura para la generación del paso en el componente con moldeo de la rosca.

45 Partiendo de esta base, la invención se basa en la tarea de garantizar de forma fiable un atornillado directo seguro en el proceso, especialmente un atornillado de perforación continua con un alto índice cíclico.

50 La tarea se resuelve según la invención mediante un procedimiento para el atornillado directo, especialmente para el atornillado de perforación continua con las características de la reivindicación de patente 1, así como mediante un dispositivo para el atornillado directo, especialmente para el atornillado de perforación continua con las características de la reivindicación de patente 15.

55 En el procedimiento se practica, en una primera fase de proceso, un agujero en un componente con ayuda de un elemento de atornillado, concretamente un tornillo de perforación continua o un tornillo perforador y, en una segunda fase de proceso, se moldea una rosca en el agujero practicado con ayuda del tornillo de perforación continua o del tornillo perforador. Con esta finalidad por regla general se genera con ayuda de un accionamiento de avance un

avance, así como una fuerza de avance o también una fuerza de apriete y se transmite a un eje de atornillador. En el extremo anterior del eje de atornillador se sujeta el elemento de atornillado. En la primera fase de proceso de la conformación del agujero se regula para el movimiento giratorio del eje de atornillador un número de revoluciones alto y, por medio del accionamiento de avance, una fuerza de avance elevada. A continuación, en un punto de conmutación definido al atravesar el componente se conmuta a la segunda fase de proceso, ajustándose en este caso una fuerza de avance menor y un número de revoluciones menor. A fin de garantizar una conmutación lo más rápida posible se prevé ahora que la fuerza de avance se genere por medio de un accionamiento de avance no neumático y que además se controle un parámetro de accionamiento del accionamiento de avance en correlación con la fuerza de avance, definiendo una variación característica del valor de este parámetro de accionamiento el punto de conmutación a partir del cual se conmuta, por consiguiente, a la fuerza de avance menor y al número de revoluciones menor.

Esta configuración se basa en la reflexión de que la conmutación es extremadamente crítica en cuanto al tiempo, dado que una vez finalizado el proceso de conformación del agujero aún están ajustados, especialmente en la conformación de perforación continua, el número de revoluciones alto, así como la fuerza de avance elevada, y de que en caso de mantener estos parámetros de proceso existe el riesgo de un deterioro de las espiras de rosca del elemento de atornillado, especialmente del tornillo de perforación continua cuando éste, por ejemplo, se desplaza contra el componente con una fuerza elevada y/o una velocidad de avance alta. Esto puede dar finalmente lugar a que la rosca no se moldee o lo haga sólo de forma insuficiente y que en conjunto la unión del componente no satisfaga los requisitos de calidad exigidos. Como consecuencia de la supresión brusca de la fuerza opuesta después de atravesar el componente, la velocidad de avance normalmente aumenta de forma no controlable. Por este motivo, la rosca del elemento de atornillado choca a menudo a gran velocidad contra el agujero antes conformado.

A fin de garantizar una conmutación fiable se prevé ahora un control de la fuerza de avance aplicada sobre el elemento de atornillado. Para ello se registra y controla un parámetro al menos en correlación con la fuerza de avance. El parámetro también puede ser en principio la propia fuerza de avance que, por consiguiente, en este caso se controla directamente. Preferiblemente en el caso del parámetro sólo se trata, no obstante, de un parámetro en correlación con la fuerza de avance, es decir, de una magnitud que define indirectamente la fuerza de avance. A través del control al menos indirecto de la fuerza de avance se obtiene un criterio de conmutación definido con exactitud y fiable que permite una conmutación suficientemente rápida.

En este caso la invención se basa además en la reflexión de que con el uso de accionamientos de avance neumáticos utilizados normalmente en la actualidad no es posible una conmutación suficientemente rápida. En virtud de la comprobabilidad del aire en un accionamiento neumático, con un accionamiento neumático de este tipo no se puede llevar a cabo ninguna disminución rápida definida de la fuerza de avance ni de la velocidad de avance, es decir, no es posible una conmutación suficientemente rápida.

Para la determinación del punto de conmutación se preestablece opcionalmente un valor de conmutación del parámetro, llevándose a cabo la conmutación al alcanzar dicho valor (o al quedar por debajo del mismo o rebasarlo). Alternativa o complementariamente se recurre a una variación característica del valor como criterio de conmutación.

Por lo tanto, gracias a la solución aquí descrita se garantiza de forma fiable y segura en el proceso una conmutación inmediata al final del proceso de conformación del agujero y antes de comenzar el proceso de conformación de la rosca.

En este caso, la conmutación se produce con preferencia directamente después de atravesar el componente y antes de comenzar el proceso de conformación de la rosca. De este modo se excluye de forma fiable un deterioro de la rosca. Aquí se aprovecha el hecho de que ya durante la penetración, es decir, cuando la punta del elemento de atornillado sale por primera vez de la cara inferior del componente, se produce una disminución clara de la fuerza de avance. Por consiguiente, la conmutación ya se realiza en este momento lo antes posible.

Después de la conmutación todavía se conforma preferiblemente el así llamado paso, es decir, se lleva a cabo la configuración del agujero fundamentalmente cilíndrica. A causa de la punta del elemento de atornillado, que normalmente se desarrolla de forma cónica, es necesaria esta conformación del paso cilíndrico. Sólo a continuación comienza el proceso de conformación de la rosca. Por consiguiente, entre la conmutación y la conformación de la rosca se integra una fase de proceso parcial, de manera que se garantice un intervalo de tiempo suficiente hasta que la rosca choque contra la superficie del componente. Esto garantiza que el proceso de conmutación ha finalizado y que ya se ha ajustado una fuerza de avance menor y un número de revoluciones menor.

De acuerdo con una configuración preferida, como parámetro se controla un parámetro en correlación con la fuerza de avance, especialmente un parámetro de accionamiento del accionamiento de avance. Esta configuración se basa en la reflexión de controlar un parámetro de accionamiento del accionamiento de avance, dado que por medio del mismo se detectan de forma inmediata y al mismo tiempo fiable las variaciones del estado durante el proceso de conformación del agujero.

Por el término "parámetro de accionamiento en correlación con la fuerza de avance" se entiende aquí especialmente un parámetro de entrada del accionamiento de avance con el que se suministra el mismo y a través del cual se define indirectamente la fuerza de avance generada en ese momento. El parámetro de accionamiento de entrada es normalmente un valor característico para el consumo de potencia del accionamiento. Por lo tanto, en el caso del

parámetro normalmente no se trata de un parámetro de salida. Especialmente en este caso no se trata de los valores que caracterizan directamente el avance, en concreto, la fuerza de avance generada o la velocidad de avance generada. Por consiguiente, no se lleva a cabo una medición directa de fuerza de la fuerza de avance generada. Mediante la utilización de parámetros de entrada se detectan a tiempo las variaciones del estado.

5 En una configuración idónea, el accionamiento de avance presenta un electromotor, especialmente un motor eléctrico de corriente continua sin escobillas. De esta manera, mediante el electromotor se genera el avance, así como la fuerza de avance. En comparación con un accionamiento neumático, un electromotor de este tipo presenta una buena capacidad de control y una elevada velocidad de conmutación entre distintos estados de funcionamiento.

10 Alternativamente a un electromotor, para la generación de la fuerza de avance y del avance se utiliza ventajosamente un motor hidráulico. Debido a la incompresibilidad del fluido hidráulico utilizado, al contrario que en caso de un accionamiento neumático, en éste también es posible una conmutación muy rápida.

15 En ambos casos como variación característica se utiliza especialmente una disminución del valor de un parámetro de accionamiento. Esto se basa en principio en la reflexión de que para el proceso de conformación del agujero se ejercen fuerzas elevadas en virtud de la resistencia del componente. Al atravesar el componente, es decir, cuando la punta del elemento de atornillado perfora la cara inferior del componente, la fuerza opuesta ya cesa comparativamente de forma brusca, lo que se manifiesta precisamente en un descenso característico del parámetro de accionamiento de entrada del accionamiento de avance. Alternativamente, el parámetro también se puede controlar si éste queda por debajo de un valor límite o de conmutación preestablecido.

20 En el caso del electromotor, como parámetro de accionamiento a controlar se controla preferiblemente un valor característico del motor, especialmente la corriente del motor o un valor en correlación con la corriente del motor. Éste también podría ser, por ejemplo, el número de revoluciones o el par de giro del electromotor del accionamiento de avance.

En caso de un motor hidráulico se controla como parámetro de accionamiento la presión en el interior de una unidad hidráulica a través de la cual se genera la fuerza de avance.

25 Una ventaja especial en la utilización de un electromotor y en el control de la corriente del motor consiste en la rápida detección de una variación de la corriente del motor. Especialmente se ha comprobado que al final del proceso de conformación del agujero, concretamente al penetrar y atravesar el tornillo de perforación continua los componentes después de terminar el proceso de calentamiento, ya es posible detectar un descenso característico de la corriente del motor que, por lo tanto, ya indica la penetración definitiva.

30 A fin de evitar de forma fiable un deterioro de la rosca después del proceso de conformación del agujero, en una configuración conveniente se preestablece como límite para el accionamiento de avance una velocidad de avance máxima. De este modo se garantiza que el accionamiento de avance se produzca con una máxima velocidad independientemente de una conmutación. Por consiguiente, incluso cuando el proceso de conformación del agujero ha finalizado y la fuerza opuesta se suprime, lo que normalmente daría lugar a un aumento brusco de la velocidad del movimiento de avance, el accionamiento de avance funciona inmediatamente en un límite de velocidad. También aquí vuelve a tener una importancia significativa el hecho de que se trate de un accionamiento no neumático, dado que en caso contrario no sería posible un límite como éste para el caso de aplicación previsto.

35 En un perfeccionamiento conveniente se preestablece además como límite para el accionamiento de avance una fuerza de avance máxima. Esto es importante especialmente durante el proceso de conformación del agujero para limitar en general la fuerza ejercida. En caso de uso de un electromotor para el accionamiento de avance, éste se lleva a cabo mediante una limitación del consumo de corriente del electromotor.

40 Esta fuerza de avance máxima o también la velocidad de avance máxima son preferiblemente parametrizables, es decir, pueden ser ajustadas por el usuario que controla el dispositivo para el atornillado de perforación continua, por ejemplo, en la cinta de producción. En este caso, esta regulación se realiza preferiblemente mediante un control técnico del software. Alternativamente también se pueden prever otros elementos de regulación como botones de ajuste, etc.

45 En un perfeccionamiento especialmente conveniente se conmuta, durante un proceso de perforación continua en condiciones definidas, varias veces entre la primera y la segunda fase del proceso. Esta configuración se basa en la reflexión de que entre los dos componentes a unir existen a menudo hendiduras o también capas intermedias, por ejemplo, capas adhesivas. En el proceso de conformación del agujero esto da lugar finalmente a que después de la penetración del primer componente, la fuerza opuesta desciende de forma brusca sin que, no obstante, el proceso haya finalizado, dado que aún debe perforarse el segundo componente. La lógica de control correspondiente se configura, por lo tanto, de manera que detecte de nuevo un posterior aumento del valor del parámetro controlado cuando el tornillo de perforación continua choque contra el segundo componente. En este caso se conmuta de nuevo a la fuerza de avance elevada y al número de revoluciones elevado.

55 Como punto de conmutación adicional para la nueva conmutación en la primera fase del proceso se recurre convenientemente a un aumento característico de la fuerza de avance. Con esta finalidad se controla y valora de nuevo preferiblemente el parámetro en correlación con la fuerza de avance, especialmente la corriente del motor. De este modo todo el proceso en general se adapta de forma autoajutable a la situación respectiva existente en ese

momento. Por medio de la lógica de control almacenada se procesan las situaciones especiales de este tipo como los componentes recién unidos entre sí, por ejemplo, a través de una capa adhesiva también de forma fiable, segura en el proceso y a una velocidad elevada.

5 Para la generación del movimiento giratorio del eje de atornillador se prevé en una configuración conveniente un accionamiento de atornillador adicional que se dispone junto al accionamiento de avance. Por medio del accionamiento de atornillador se genera en este caso el movimiento de rotación del eje de atornillador y se transmite a éste de forma adecuada. Por el contrario, por medio del accionamiento de avance sólo se genera y transmite el avance axial del eje de atornillador, así como la fuerza de avance transmitida al eje de atornillador y, por consiguiente, también al elemento de atornillado, especialmente al tornillo de perforación continua.

10 Convenientemente, en el caso del accionamiento de atornillador se trata de un segundo electromotor que se configura adicionalmente para un proceso de atornillado controlado. Por lo tanto, en el caso del accionamiento de atornillador se trata en general de un accionamiento de atornillado especializado que se puede controlar. Éste comprende de forma en sí conocida opcionalmente o también en combinación, un control del par de giro, un control del ángulo de giro, así como distintos algoritmos almacenados, a fin de poder llevar a cabo distintos procedimientos de atornillado y apriete con el mismo electromotor. Este electromotor en el accionamiento de atornillador se puede a
15 su vez parametrizar. Preferiblemente no se lleva a cabo un control de los parámetros de accionamiento del accionamiento de atornillador con respecto al punto de conmutación. A través del accionamiento de atornillador sólo se conmuta entre el número de revoluciones elevado durante el proceso de conformación del agujero y el número de revoluciones bajo durante la conformación de la rosca. El control del accionamiento de atornillado es necesario
20 especialmente para la tercera fase del proceso, el así llamado apriete final del elemento de atornillado, que aún sigue después del proceso de conformación de la rosca. En esta fase, el elemento de atornillado para el atornillado de los dos componentes se atornilla y aprieta en la rosca antes conformada. El ajuste fijo del elemento de atornillado y, por consiguiente, el final del proceso de atornillado se lleva a cabo, en este caso, por ejemplo, mediante un control del par de giro.

25 En una configuración conveniente, durante el proceso de atornillado de perforación continua se genera en la primera fase del proceso una fuerza de avance mayor de 1000N y un número de revoluciones para el eje de atornillador del orden de 5000 r.p.m. a 8000 r.p.m. En la segunda fase del proceso se ajusta convenientemente una fuerza de avance del orden de sólo hasta 500N, así como un número de revoluciones del orden de 500 a 2500 r.p.m. aproximadamente.

30 Las ventajas indicadas con respecto al procedimiento y las configuraciones preferidas también se aplican análogamente al dispositivo según la invención. En el caso del dispositivo se trata normalmente de un dispositivo automático, no manejado manualmente. En este caso, el dispositivo se fija en una máquina y especialmente en un brazo robótico y es manejado de forma automatizada por la máquina o por el brazo robótico. Por consiguiente se trata especialmente de un sistema robótico.

35 A continuación se explica más detalladamente un ejemplo de realización de la invención por medio de las figuras. Éstas muestran:

Figura 1 en una representación esquemática y muy simplificada, un dispositivo para el atornillado de perforación continua,

40 Figura 2A el desarrollo esquematizado del número de revoluciones y del par de giro del accionamiento de atornillador durante el proceso de atornillado de perforación continua, así como

Figura 2B el desarrollo esquematizado del número de revoluciones y de la corriente de motor del accionamiento de avance durante el proceso de atornillado de perforación continua.

45 El dispositivo 2 representado en la figura 1 sirve para la realización de un proceso de atornillado de perforación continua. En éste, un así llamado tornillo de perforación continua 4 se inserta en al menos un componente 6. En el ejemplo de realización se representan dos componentes 6 unidos entre sí a través de un tornillo de perforación continua 4 que se unen entre sí complementariamente por medio de una capa adhesiva 8.

50 El dispositivo 2 comprende un soporte 10 que se configura, por ejemplo, a modo de una carcasa. En el interior del soporte 10 se apoya un eje de atornillador 12 de manera que pueda girar alrededor de un eje de giro 14. El dispositivo 2 comprende además un accionamiento de avance 16 para la generación de un movimiento de avance en dirección axial 18, así como para la generación de una fuerza de avance F. La fuerza de avance F, así como el movimiento de avance se transmiten al eje de atornillador 12. A través del accionamiento de avance 16 se transmite una velocidad de avance v al eje de atornillador 12 con la que éste se desplaza, por consiguiente, en dirección axial 18.

55 El accionamiento de avance 16 presenta un primer electromotor 20 con cuya ayuda se genera la fuerza de avance F, así como la velocidad de avance v. A través de otros componentes de accionamiento adecuados aquí no representados con mayor detalle, estas magnitudes de accionamiento se transmiten al eje de atornillador 12.

El dispositivo 2 comprende además un accionamiento de atornillador 22 que hace girar el eje de atornillador 12 alrededor del eje de giro 14. El accionamiento de atornillador 22 presenta en este caso un segundo electromotor 24

cuya salida se une a su vez al eje de atornillador 12 a través de componentes aquí no representados más detalladamente del accionamiento de atornillador 22 para la generación del movimiento giratorio.

El dispositivo comprende, por otra parte, una unidad de control 26 para el control del proceso de atornillado de perforación continua. La unidad de control 26 emite señales de control a los dos accionamientos 16, 22.

5 Durante el proceso de atornillado de perforación continua se practica en una primera fase de proceso I en los componentes 6 un agujero aquí no representado con mayor detalle. Con esta finalidad, el eje de atornillador 12 se acciona por medio de un accionamiento de atornillador 22 con un número de revoluciones elevado n_{s1} . El índice s se refiere aquí al número de revoluciones n_s del eje de atornillador 12. Al mismo tiempo, por medio del accionamiento de avance 16 se ejerce una fuerza de avance elevada F_1 . La misma se encuentra, por ejemplo, en un campo superior a 1000N. El número de revoluciones elevado n_{s1} es, por ejemplo, del orden de entre 5000 r.p.m. a 8000 r.p.m. Una vez finalizado el proceso de conformación del agujero, el número de revoluciones n_s se conmuta a un número de revoluciones bajo n_{s2} que sólo es de 1000 a 2500 r.p.m. También se ajusta al mismo tiempo una fuerza de avance reducida F_2 que sólo es del orden de hasta 500N. Para una detección oportuna y una conmutación rápida se controla en el ejemplo de realización la corriente de motor i. En caso de una variación característica del valor de la corriente de motor i, ésta se considera como el final del proceso de conformación del agujero y, por consiguiente, como el final de la primera fase de proceso I, utilizándose como punto de conmutación para la conmutación.

20 El tornillo de perforación continua 4 se configura especialmente para ello. Éste presenta una cabeza de tornillo 30, un vástago de tornillo que sigue a continuación con una rosca 32, así como una punta 34 normalmente cónica por el lado del extremo. En este caso, la punta 34 se configura de manera que en la conformación del agujero sólo se produzca una deformación plástica y no un proceso de virutaje.

25 Los desarrollos de los distintos parámetros de accionamiento tanto del accionamiento de atornillador 22, como también del accionamiento de avance 16 se representan en las figuras 2A y 2B, indicando la figura 2A los parámetros de accionamiento del accionamiento de atornillador 22, es decir, especialmente del segundo electromotor 24, y la figura 2B parámetros de accionamiento fundamentales del accionamiento de avance 16 y especialmente del primer electromotor 20. Los distintos parámetros del accionamiento de avance 16 se dotan aquí del índice "v" y los del accionamiento de atornillador 22 del índice "s". Todo el proceso de atornillado de perforación continua se puede dividir en diferentes fases parciales como sigue:

- a Movimiento de posicionamiento
- b Calentamiento
- 30 c Penetración
- d Conformación de un paso
- e Conformación de rosca
- f Atornillado y enroscado del tornillo de perforación continua 4
- g Apriete del tornillo de perforación continua 4

35 Las fases parciales b y c constituyen en este caso la primera fase del proceso I, las fases parciales d, e la segunda fase del proceso II. La fase parcial anterior de posicionamiento, así como las fases parciales posteriores de atornillado y apriete son, por consiguiente, fases adicionales del proceso en el transcurso de todo el proceso de atornillado de perforación continua. Las fases parciales f y g definen aquí una tercera fase del proceso III del propio atornillado.

40 En la figura 2A se indica el número de revoluciones n_s , así como el par de giro m_s del segundo electromotor 24. En la figura 2B se indican los desarrollos del número de revoluciones n_v , así como de la corriente de motor i_v del primer electromotor 20.

Si se observa en primer lugar el desarrollo de los parámetros de accionamiento n_v , i_v del accionamiento de avance 16, se puede ver lo siguiente:

45 Durante el movimiento de posicionamiento se lleva a cabo la aproximación y, por lo tanto, la velocidad de avance v con un número de revoluciones constante n_v . Dado que no es preciso superar fuerzas opuestas considerables, el consumo de corriente es comparativamente reducido. Tan pronto como el tornillo de perforación continua 4 choca contra el componente 6 situado más arriba, la velocidad de avance v es cero y el número de revoluciones n_v desciende de forma correspondiente a cero. Al mismo tiempo, el consumo de corriente salta de forma escalonada a un valor máximo $i_{vm\acute{a}x}$ que se almacena como límite de corriente. Por medio de este valor máximo $i_{vm\acute{a}x}$ se define al mismo tiempo una fuerza de avance máxima $F_{m\acute{a}x}$.

55 Por parte del accionamiento de atornillador 22 se aumenta en primer lugar el número de revoluciones n_s de forma continua a un número de revoluciones elevado n_{s1} que se alcanza al comenzar la fase parcial b. Al principio de la fase parcial b, es decir, cuando el tornillo de perforación continua 4 se coloca sobre el componente 6, el par de giro m_s aumenta hasta un valor constante en virtud de la resistencia a través de la chapa. En este caso se trata de una pura resistencia de fricción. El número de revoluciones elevado n_{s1} , así como la fuerza de avance elevada $F_{m\acute{a}x}$ dan lugar a un calentamiento del componente 6. Después de un calentamiento suficiente al final de la fase parcial b, el

componente 6 se deforma plásticamente y el tornillo de perforación continua 4 penetra en el componente 6. Así se produce de nuevo un movimiento de avance, de manera que el número de revoluciones n_v aumenta de forma continua. Durante este paso parcial c de la penetración del componente 6, la corriente de motor i_v permanece en un nivel elevado y el número de revoluciones n_s , así como el par de giro m_s también mantienen un nivel constante.

- 5 Al final de la fase parcial c tiene lugar una variación característica de la corriente de motor i que se valora como indicio para la penetración definitiva. La resistencia ejercida por el componente 6 ya disminuye, por consiguiente, al finalizar la penetración y cesa directamente después. Como consecuencia, la corriente de motor i_v disminuye de forma brusca. La unidad de control 26 registra y valora esta disminución. De acuerdo con una primera variante se registra y valora como indicio para la penetración la variación de la corriente de motor $\Delta i_v / \Delta t$. Si la variación $\Delta i_v / \Delta t$ rebasa un valor umbral preestablecido, ésta se valora como criterio de conmutación para la conmutación en la fase de proceso II. Alternativa o también paralelamente a éste se preestablece como criterio de conmutación un valor de conmutación i_{vU} que al alcanzarse o quedar por debajo del mismo provoca la conmutación. El control y la valoración de la corriente de motor i_v se integran, por ejemplo, en el accionamiento de avance 16, es decir, se integra en éste, por ejemplo, una parte de la unidad de control 26.
- 10
- 15 Al alcanzar el criterio de conmutación, el accionamiento de avance 16, por ejemplo, emite una señal de conmutación S que, en virtud de los tiempos de duración de la señal en ocasiones con un pequeño retardo de tiempo, se transmite al accionamiento de atornillador 22.

La unidad de control 26 provoca, por lo tanto, en un punto de conmutación una conmutación del número de revoluciones del accionamiento de atornillador 22 a un número de revoluciones reducido n_{s2} que preferiblemente es constante durante las fases parciales d, e. En la fase parcial d se configura un paso mediante una deformación plástica, es decir, en este caso se conforma un agujero cilíndrico. Debido a la punta cónica del tornillo de perforación continua 4, al finalizar la fase parcial c en principio aún no se moldea directamente durante la penetración ningún agujero cilíndrico a través de todo el grosor del componente. Éste sólo se practica en la fase parcial d. A continuación, en la fase parcial de la conformación de la rosca después de la conformación del agujero cilíndrico se moldea en éste una rosca con ayuda del tornillo de perforación continua 4.

20

25

En virtud de la fuerza opuesta que va disminuyendo, en la fase parcial c y más adelante en la fase parcial d, el número de revoluciones n_v del accionamiento de avance 16 ya aumenta en primer lugar de forma continua hasta alcanzar un valor máximo $n_{v\text{máx}}$ preestablecido por un límite que da lugar a una velocidad de avance máxima $v_{\text{máx}}$. En este caso se trata, por consiguiente, de un límite del número de revoluciones n_v a un valor máximo. En el ejemplo de realización éste es idéntico al valor máximo durante el movimiento de posicionamiento. Sin embargo, alternativamente para el movimiento de posicionamiento también es posible permitir una mayor velocidad de avance v y, por lo tanto, un mayor número de revoluciones n_v .

30

El número de revoluciones n_v mantiene este valor máximo en la posterior fase parcial e y también durante el propio proceso de atornillado en la fase parcial f. Sólo cuando el tornillo de perforación continua 4 alcanza el así llamado apoyo de cabeza en el que la cabeza de tornillo 30 se apoya en el componente 6, la velocidad de avance v desciende de nuevo a cero hasta que el tornillo de perforación continua esté apretado. Durante las fases parciales d, e, f, la corriente de motor i es normalmente constante y sólo aumenta de nuevo en la fase parcial g.

35

Por parte del accionamiento de atornillador 22, durante las fases d a f el número de revoluciones se mantiene en un valor constante más reducido n_{s2} . El accionamiento de atornillador 22 se ajusta especialmente a través del número de revoluciones y en concreto durante las dos fases de proceso I y II, así como de forma complementaria también durante la fase parcial f. Al conformar la rosca se produce a su vez una mayor resistencia para el movimiento giratorio, de manera que aumenta el par de giro m_s . Al final del proceso de conformación de la rosca, el par de giro m_s desciende de nuevo a un valor mínimo. En la última fase parcial g, en la que se aprieta el tornillo de perforación continua 4, el par de giro m_s vuelve a aumentar. El proceso de atornillado se ajusta mediante el sistema de regulación del accionamiento de atornillador 22 y finaliza al alcanzar un criterio de desconexión, por ejemplo, al alcanzar un par de giro predeterminado. El desarrollo del par de giro representado en la figura 2A está en general en correlación con un consumo de energía del accionamiento de atornillador 22.

40

45

Los desarrollos aquí descritos de los distintos parámetros también resultan al menos en una forma comparativa durante un proceso de atornillado de perforación. El desarrollo característico se mantiene en la transición de la fase parcial c a la fase parcial d, de manera que sea posible definir del mismo modo un criterio de conmutación.

50

Alternativamente al uso de un electromotor 20 para el accionamiento de avance 16 también puede utilizarse, en principio, un accionamiento hidráulico. Como criterio de conmutación se utiliza en este caso una variación característica y un descenso de una presión del fluido hidráulico, especialmente de un aceite hidráulico. Un límite de la velocidad de avance se ajusta, por ejemplo, mediante un límite hidráulico del caudal de fluido hidráulico en un cilindro correspondiente. Esto se produce, por ejemplo, mediante una válvula mariposa que se puede controlar con respecto a la abertura de paso. En este caso, el límite de la fuerza de avance máxima se alcanza, por ejemplo, mediante el límite de la presión de aceite máxima.

55

En la figura 1, los dos componentes 6 están separados uno del otro por la capa adhesiva 8. Esto da lugar a que después de la penetración del primer componente 6, la unidad de control 26 ya la identifica como punto de conmutación. El desarrollo se puede comparar con el representado en la figura 2 entre las fases parciales c y d. Por lo tanto, en primer lugar se lleva a cabo una conmutación en la fase de proceso II, como ya se ha descrito con

60

anterioridad. No obstante, en este caso al chocar el tornillo de perforación continua 4 contra el segundo componente inferior 6, el número de revoluciones n_v desciende de nuevo a cero y además la corriente del motor i_v vuelve a aumentar de forma brusca. La unidad de control 26 detecta de nuevo esta variación como el inicio de la primera fase del proceso I, conmutándose, por lo tanto, de nuevo a esta primera fase de proceso I. Complementariamente se almacena además en la unidad de control 26 que este segundo punto de conmutación sólo puede existir dentro de una ventana preestablecida, por ejemplo, un intervalo de tiempo o también un intervalo de recorrido. En caso contrario se ha producido un fallo.

Lista de referencias

10	2	Dispositivo
	4	Tornillo de perforación continua
	6	Componente
	8	Capa adhesiva
	10	Soporte
15	12	Eje de atornillador
	14	Eje de giro
	16	Accionamiento de avance
	18	Dirección axial
	20	Primer electromotor
20	22	Accionamiento de atornillador
	24	Segundo electromotor
	26	Unidad de control
	30	Cabeza de tornillo
	32	Rosca
25	34	Punta
	F	Fuerza de avance
	$F_{m\acute{a}x}$	Fuerza de avance máxima
	v	Velocidad de avance
	$v_{m\acute{a}x}$	Velocidad de avance máxima
30	F_1	Fuerza de avance elevada
	F_2	Fuerza de avance reducida
	i_v	Corriente de motor del primer electromotor
	$i_{vm\acute{a}x}$	Corriente de motor máxima
	(i_{vU})	Valor de conmutación
35	n_v	Número de revoluciones del primer electromotor
	$n_{vm\acute{a}x}$	Número de revoluciones máximo del primer electromotor
	n_v	Número de revoluciones del primer electromotor
	n_s	Número de revoluciones del segundo electromotor
	m_s	Par de giro del segundo electromotor
40	n_{s1}	Número de revoluciones elevado del segundo electromotor/del eje de atornillador
	n_{s2}	Número de revoluciones reducido del segundo electromotor/del eje de atornillador
	S	Señal de conmutación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el atornillado directo de componentes (6), especialmente para el atornillado de perforación continua, en el que en una primera fase de proceso (I) se practica un agujero en un componente (6) y en el que en una segunda fase de proceso (II) se moldea en el agujero practicado una rosca (32) y
- 5 - generándose para ello con ayuda de un accionamiento de avance (16) un avance, así como una fuerza de avance (F) y transmitiéndose a un eje de atornillador (12),
- haciéndose girar el eje de atornillador (12),
- ajustándose en la primera fase del proceso (I) un número de revoluciones elevado (n_{s1}) del movimiento giratorio y por medio del accionamiento de avance (16) una fuerza de avance elevada (F1) y conmutándose en un punto de conmutación definido al atravesar el componente para la segunda fase de proceso (II) a una fuerza de avance más reducida (F2) y a un número de revoluciones menor (n_{s2}),
- 10 caracterizado
- por que la fuerza de avance (F) se genera por medio de un accionamiento de avance (16) no neumático y
- por que se controla un parámetro (i_v) al menos en correlación con la fuerza de avance (F) y por que un valor característico (i_{vU}) o una variación característica del valor de parámetro (i_v) define el punto de conmutación.
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la conmutación ya se lleva a cabo directamente al atravesar el componente (6) y antes del comienzo de la conformación de la rosca (32).
- 20
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que después de la conmutación se conforma en primer lugar en una fase parcial (d) un paso cilíndrico antes de conformar la rosca (32).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el parámetro (i_v) es un parámetro de accionamiento del accionamiento de avance (16).
- 25
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el accionamiento de avance (16) comprende un primer electromotor (20).
- 30
6. Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que como parámetro (i_v) se controla un valor característico del motor.
7. Procedimiento según la reivindicación anterior, caracterizado por que como parámetro (i_v) se controla la corriente de motor del primer electromotor (20).
- 35
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para el accionamiento de avance (16) se preestablece como límite una velocidad de avance máxima ($v_{m\acute{a}x}$).
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para el accionamiento de avance (16) se preestablece como límite una fuerza de avance máxima ($F_{m\acute{a}x}$).
- 40
10. Procedimiento según una de las dos reivindicaciones anteriores, en el que la fuerza de avance máxima ($F_{m\acute{a}x}$) y/o la velocidad de avance máxima ($v_{m\acute{a}x}$) se pueden parametrizar.
- 45
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que durante el proceso de atornillado de perforación continua en condiciones preestablecidas se conmuta automáticamente varias veces entre la primera fase de proceso (I) y la segunda fase de proceso (II).
- 50
12. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que con un aumento característico de la fuerza de avance (F) en la segunda fase del proceso (II) se define otro punto de conmutación y se conmuta de nuevo a la primera fase del proceso (I) con una fuerza de avance elevada (F1).
- 55
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el eje de atornillador (12) se hace girar con ayuda de un accionamiento de atornillador adicional (22), presentando el accionamiento de atornillador (22) un segundo electromotor (24) con un sistema de control para un proceso de atornillado controlado.
- 60
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la primera fase del proceso (I) se genera una fuerza de avance (F) de más de 1000N y un número de revoluciones (n_s) para el eje de atornillador (12) del orden de 5000 r.p.m. a 8000 r.p.m. y en la segunda fase del proceso (II) se ajusta una fuerza de avance (F) del orden de 500N, así como un número de revoluciones (n_s) del orden de 500 a 2500 r.p.m.

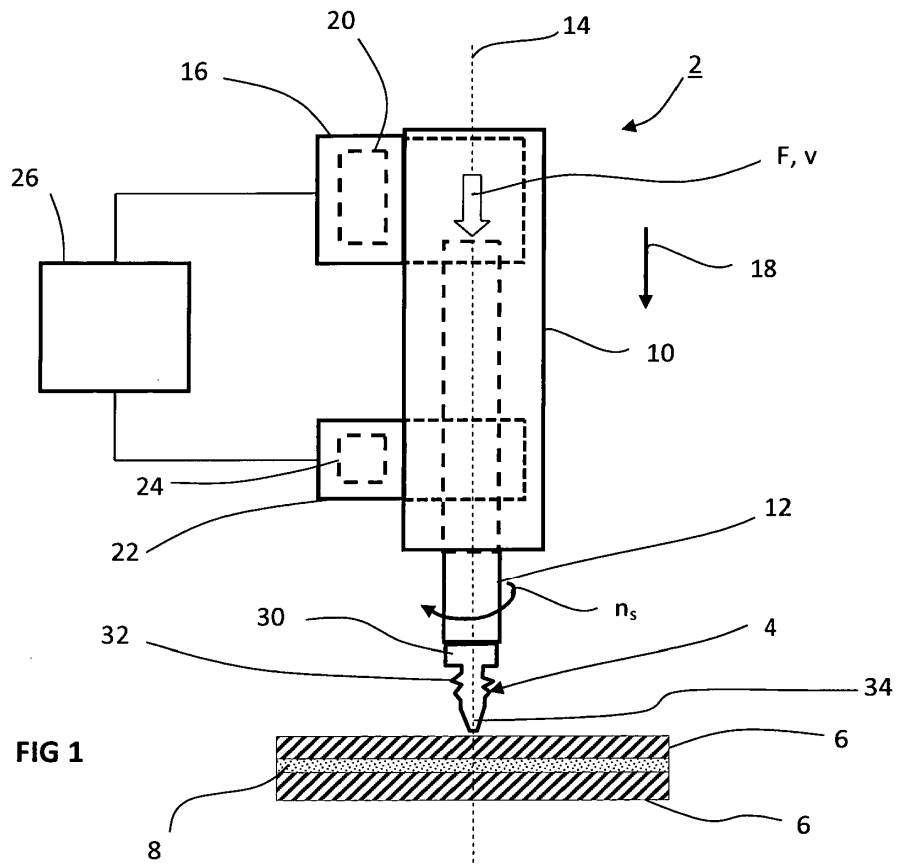
15. Dispositivo para el atornillado directo de componentes (6), especialmente para el atornillado de perforación continua con

- un eje de atornillador (12) accionable de forma rotatoria que se puede desplazar en una dirección axial (18) para realizar un avance,

5 - un accionamiento de avance (16) para la generación de un avance y de una fuerza de avance (F), así como para su transmisión al eje de atornillador (12),

10 - una unidad de control (26) para el control del proceso de atornillado directo, especialmente del proceso de atornillado de perforación continua que se configura de manera que en una primera fase de proceso (I) se ajuste un número de revoluciones elevado del eje de atornillador (12) y por medio del accionamiento de avance (16) una fuerza de avance elevada (F1) y en un punto de conmutación definido para una segunda fase de proceso (II) se conmute a una fuerza de avance menor (F2) y a un número de revoluciones menor (n_{s2}), caracterizado por que el accionamiento de avance (16) no es neumático y por que la unidad de control (26) se configura de manera que ésta controle un parámetro (i_v) al menos en correlación con la fuerza de avance (F) y defina el punto de conmutación al alcanzar un valor característico (i_{vU}) o en caso de una variación característica del valor del parámetro (i_v).

15



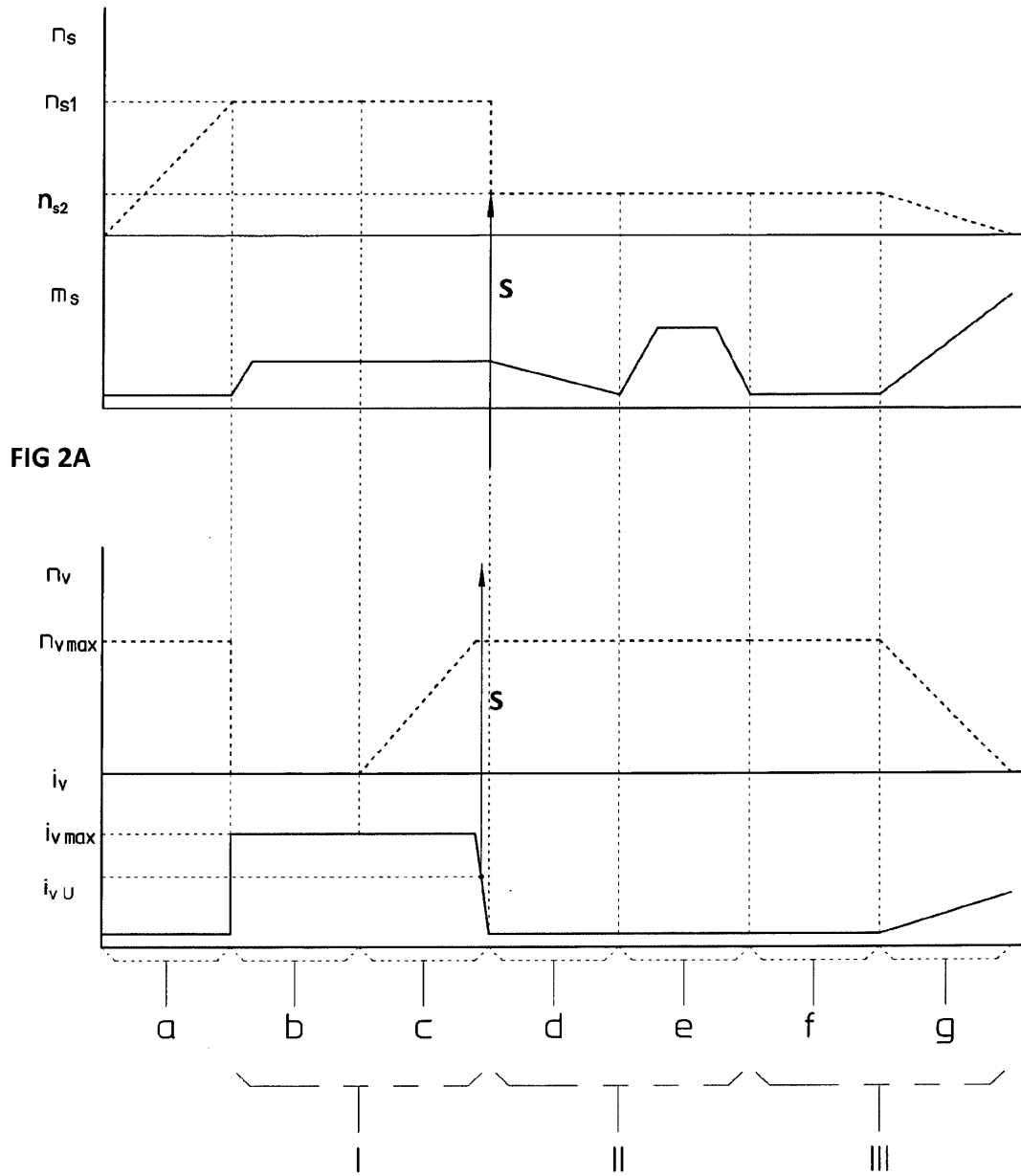


FIG 2B