

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 017 693**

51 Int. Cl.:

**B23G 1/04** (2006.01)

**B23F 15/08** (2006.01)

**B23F 13/02** (2006.01)

**F04C 2/08** (2006.01)

**F04C 2/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2018** **E 18181973 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025** **EP 3427880**

54 Título: **Método de fabricación de un rotor para una bomba de tornillo roscado; máquina de mecanizado para el mismo**

30 Prioridad:

**06.07.2017 DE 102017115089**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.05.2025**

73 Titular/es:

**KLAUS UNION GMBH & CO. KG (100.00%)**  
**Blumenfeldstrasse 18**  
**44795 Bochum, DE**

72 Inventor/es:

**ESCHNER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 3 017 693 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

Método de fabricación de un rotor para una bomba de tornillo roscado; máquina de mecanizado para el mismo

## 5 Descripción

La invención se refiere a un método para producir un rotor para una bomba de tornillo, de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 1. Además, la invención se refiere a una máquina de mecanizado para producir un rotor para una bomba de tornillo, de acuerdo con el concepto general de la reivindicación 12.

10 Se conoce la fabricación de rotores para bombas de tornillo mediante el fresado de perfiles helicoidales en una pieza de trabajo. En particular, la producción final del perfil helicoidal representa una etapa de trabajo que requiere mucho tiempo, ya que la geometría final se logra en numerosos procesos de fresado complicados.

15 El documento EP 1 402 982 A1 describe un método que requiere mucho tiempo y que propone un mecanizado en bruto mediante una herramienta de fresado seguido de un acabado mediante una herramienta de corte en forma de placa para introducir ranuras helicoidales en un componente.

20 El documento WO 2011/096274 A1 también describe un método que requiere mucho tiempo para producir un rotor para una bomba de tornillo, en el que la pieza de trabajo se gira alrededor del eje longitudinal y una herramienta de corte se mueve de manera controlada para formar los rotores de tornillo.

25 La invención se plantea pues el problema de proporcionar un método que elimine los inconvenientes descritos y permita una fabricación sencilla y rápida de un rotor para una bomba de tornillo helicoidal. Además, se debe especificar un dispositivo que permita una producción sencilla y rápida de un rotor para una bomba de tornillo helicoidal.

De acuerdo con la invención, este problema se resuelve mediante un método que tiene las características de la reivindicación 1 y una máquina de mecanizado de acuerdo con la reivindicación 12.

30 De acuerdo con la invención el rotor se fabrica mediante torneado. Esto permite una producción sencilla y rápida del perfil helicoidal del rotor. Esto se consigue en particular fijando la pieza de trabajo prefabricada, al menos parcialmente cilíndrica, prevista de tal forma que pueda girar sobre su eje longitudinal, por ejemplo, en una máquina de mecanizado controlada por ordenador de tipo convencional, que está equipada con una herramienta de corte adecuada para el proceso de fabricación. A continuación, la rotación de la pieza de trabajo alrededor de su eje longitudinal se lleva a cabo de una manera definida bajo el control del movimiento de la herramienta de corte, con lo que la herramienta de corte se mueve continuamente en un proceso de corte en una dirección de mecanizado paralela al eje longitudinal de la pieza de trabajo. La posición actual de la herramienta de corte en la dirección de mecanizado es una función predeterminada del ángulo de rotación actual de la pieza de trabajo alrededor de su eje longitudinal. Estos procesos de corte se realizan varias veces para crear el perfil helicoidal. Esto crea la geometría final del rotor, especialmente el perfil helicoidal.

45 Por ejemplo, en cada operación de corte, la posición actual de la herramienta de corte a lo largo del eje longitudinal se controla proporcionalmente al ángulo de rotación. Esto da como resultado una trayectoria helicoidal de la herramienta de corte con respecto a la pieza de trabajo. De acuerdo con la invención, durante cada operación de corte la herramienta de corte se mueve a una distancia radial constante del eje longitudinal, es decir el eje de rotación de la pieza de trabajo. De un proceso de corte a otro, se pueden variar el diámetro y la posición de la trayectoria helicoidal (en dirección longitudinal de la pieza) para elaborar gradualmente el perfil helicoidal con un contorno exacto de los flancos del tornillo. Es de vital importancia que el ángulo de rotación se controle con precisión durante el movimiento de rotación de la pieza de trabajo y asuma valores definidos en los procesos de corte individuales. Ésta es la única manera de garantizar que las trayectorias helicoidales recorridas en los distintos procesos de corte tengan cada una, una posición definida respecto a las demás. A este respecto, el método de acuerdo con la invención se diferencia en particular de los métodos de torneado convencionales en los que la pieza de trabajo gira de forma continua (por ejemplo, a una velocidad constante) mientras que la herramienta de corte se avanza en dirección axial y radial para producir un contorno deseado. Un método convencional de este tipo no permite realizar el contorneado preciso descrito anteriormente de acuerdo con la invención en varios procesos de corte sucesivos. Los métodos de torneado convencionales no pueden lograr la precisión necesaria para fabricar las bridas de tornillo de una bomba de tornillo.

60 De acuerdo con la invención se puede determinar con precisión en particular la posición angular del perfil helicoidal en el eje del rotor. De esta manera se pueden crear varios perfiles helicoidales en una pieza monolítica cuyas posiciones angulares están coordinadas entre sí. La especificación precisa de las posiciones angulares de los perfiles helicoidales entre sí garantiza que dos perfiles helicoidales contrarrotativos en una pieza de trabajo estén alineados correctamente entre sí con la máxima precisión. Este es un requisito importante para que los rotores de una bomba de doble tornillo, por ejemplo, engranen sin colisionar.

El corte realizado por la herramienta de corte en la pieza prefabricada durante el proceso de corte permite un

acabado especialmente sencillo y rápido del perfil helicoidal del rotor. La rotación de la pieza de trabajo alrededor de su propio eje longitudinal proporciona el movimiento de corte, mientras que la herramienta de corte realiza un movimiento de avance sincronizado con el movimiento de rotación como se describió anteriormente, de modo que se forma la geometría final del perfil helicoidal.

De acuerdo con la invención, antes de la herramienta de corte se dispone una herramienta de fresado giratoria, preferiblemente con al menos dos dientes de corte, en donde se produce un control del movimiento de la herramienta de fresado giratoria con respecto a la pieza de trabajo, de manera que se lleva a cabo un proceso de fresado mediante la herramienta de fresado, con lo que el perfil helicoidal se prefabrica mediante fresado en la pieza de trabajo (inicialmente de forma aproximada). Esta prefabricación del perfil helicoidal permite fresar el material de la pieza de trabajo de forma muy rápida y eficaz, en donde la herramienta de corte se utiliza posteriormente de acuerdo con la invención para el acabado preciso del perfil helicoidal mediante torneado.

Una modalidad ventajosa es que se proporciona una herramienta de torneado antes de que se proporcione la herramienta de corte o antes de que se proporcione la herramienta de fresado, en donde el movimiento de la herramienta de torneado se controla con relación a la pieza de trabajo de modo que la herramienta de torneado realiza una operación de corte de torneado, mediante el cual se prefabrican secciones cilíndricas (incluido el eje del rotor) girando la pieza de trabajo. Es preferible crear un corte entre las secciones cilíndricas para permitir que la herramienta de corte alcance y mecanice las secciones cilíndricas más fácilmente más adelante. Gracias a la prefabricación de los perfiles cilíndricos se puede retirar material de la pieza de trabajo de forma muy rápida y eficaz, con lo que se puede acortar significativamente el tiempo hasta la fabricación final del perfil helicoidal con la herramienta de corte de acuerdo con la invención.

Otra modalidad ventajosa es que al final de un proceso de corte, la herramienta de corte se mueve primero hacia atrás en un proceso de posicionamiento contra la dirección de mecanizado a lo largo del eje longitudinal de la pieza de trabajo más allá de los perfiles helicoidales. A continuación, la herramienta de corte se vuelve a poner en contacto con el perfil helicoidal en una posición inicial especificada en términos del ángulo de rotación de la pieza de trabajo alrededor del eje longitudinal, la distancia radial desde el eje longitudinal y la posición en la dirección de mecanizado. A partir de esta posición inicial se realiza el siguiente proceso de corte. Los procesos de corte y posicionamiento se repiten preferiblemente varias veces. La trayectoria de la herramienta de corte, es decir, la relación funcional entre el ángulo de rotación de la pieza de trabajo alrededor de su eje longitudinal y la posición de la herramienta de corte en la dirección de mecanizado, permanece inalterada en cada caso. Sin embargo, la posición inicial de la herramienta de corte cambia de una operación de corte a otra, al menos en cuanto a la distancia radial respecto del eje longitudinal y la posición en la dirección de mecanizado, para producir con precisión el contorno especificado de los flancos del perfil helicoidal.

Una modalidad preferida del método de acuerdo con la invención prevé que el proceso de corte y el proceso de posicionamiento se repitan hasta que el perfil helicoidal haya alcanzado una forma que se desvíe de la forma final del rotor debido a un exceso, en donde la pieza de trabajo se endurece en la forma sobredimensionada y luego se corta el exceso en procesos repetidos de corte y posicionamiento hasta que el perfil helicoidal haya alcanzado la forma final del rotor. La fabricación del rotor a partir de la pieza, especialmente el perfil helicoidal, es especialmente sencilla si la pieza está hecha de material no endurecido. De esta manera es muy fácil conseguir una forma diferente a la forma final del rotor mediante un sobredimensionamiento. Durante el endurecimiento, la pieza de trabajo puede deformarse hasta cierto punto, lo que se tiene en cuenta mediante el sobredimensionamiento. El tamaño excesivo debe seleccionarse de tal manera que, después de endurecer la pieza de trabajo, se pueda eliminar en procesos de corte y posicionamiento posteriores hasta lograr la forma final de la pieza de trabajo. Es ventajoso mantener el exceso de tamaño al mínimo, ya que los procesos de corte en el material endurecido provocan un alto estrés y desgaste en la herramienta de corte y, por lo tanto, deben reducirse al mínimo.

De acuerdo con la invención, el corte realizado por la herramienta de corte durante el proceso de corte tiene una dirección de corte que es perpendicular a la dirección de mecanizado. Este diseño proporciona una cinemática sencilla, lo que hace especialmente fácil la producción del perfil helicoidal.

Otro diseño ventajoso es que la herramienta de corte se sumerge en un perfil prefabricado durante el proceso de corte. La inmersión de la herramienta de corte en un perfil prefabricado (por ejemplo mediante fresado) permite producir eficientemente la geometría final del perfil helicoidal, especialmente en la zona de los flancos del perfil. Por lo tanto, las roscas de los tornillos roscados, es decir, las cámaras de suministro de la bomba de tornillo roscado correspondiente, no se fabrican completamente mediante torneado. El torneado de acuerdo con la invención se utiliza únicamente para determinar el contorno preciso del flanco.

Mediante el método de acuerdo con la invención se puede formar la pieza de trabajo, es decir el rotor, con al menos una sección con perfil helicoidal (paquete de tornillos) y con secciones de eje sustancialmente cilíndricas. Las secciones de eje cilíndricas sirven para soportar el rotor en la carcasa de una bomba de tornillo y para conectarlo a un accionamiento, como es habitual en las bombas de tornillo conocidas en el estado de la técnica. Ventajosamente, el rotor puede estar formado por al menos dos secciones con perfil helicoidal, donde los perfiles helicoidales son contrarrotativos. Esto corresponde al diseño de las bombas de doble tornillo, en las que los tornillos de dos rotores

engranan entre sí y forman así cámaras de impulsión entre ellos, que transportan un fluido desde dos cámaras de succión externas a una cámara de presión interna. Es especialmente ventajoso que las secciones con perfil helicoidal, es decir, los paquetes de tornillos se puedan formar integralmente, es decir, monolíticamente, con las secciones de eje mediante el método de acuerdo con la invención.

Además, la invención se refiere a una máquina de mecanizado para producir un rotor para una bomba de tornillo, con un control numérico asistido por ordenador. Podría tratarse, por ejemplo, de una máquina estándar de cinco ejes. De acuerdo con la invención, la máquina de mecanizado está configurada para llevar a cabo el método descrito anteriormente mediante la programación del control numérico asistido por computadora con datos de control. Los datos de control determinan el movimiento de rotación de la pieza de trabajo alrededor del eje longitudinal de acuerdo con los ángulos de rotación, así como el movimiento de la herramienta de corte en la dirección de mecanizado paralelo al eje longitudinal de la pieza de trabajo, de tal manera que los datos de control para una secuencia de operaciones de corte incluyen asignaciones de posiciones actuales de la herramienta de corte en la dirección de mecanizado a ángulos de rotación de la pieza de trabajo alrededor del eje longitudinal. Esto no significa nada más que, en otras palabras, el eje de rotación durante el proceso de torneado es un eje de la máquina de mecanizado controlado por el control numérico asistido por computadora, de modo que la trayectoria de la herramienta de corte durante el proceso de torneado se define en relación con la dirección circunferencial de la pieza de trabajo. De este modo, el rotor con perfil helicoidal se fabrica como pieza de trabajo no rotacionalmente simétrica con la máxima precisión mediante torneado. Los datos de control incluyen además ventajosamente datos de posición inicial que definen el ángulo de rotación inicial de la pieza de trabajo alrededor del eje longitudinal, la distancia radial de la herramienta de corte desde el eje longitudinal y la posición inicial de la herramienta de corte en la dirección de mecanizado para la secuencia de operaciones de corte. Con base en estos datos de control, el perfil helicoidal se puede mecanizar en varios procesos de corte, realizándose siempre el mismo movimiento giratorio alrededor del eje longitudinal de la pieza y el movimiento sincrónico de la herramienta de corte, en donde únicamente se varían la distancia desde el eje de rotación, es decir el radio de la hélice generada, y la posición de la hélice en la dirección de mecanizado de un proceso de corte a otro para obtener el contorno de flanco deseado del perfil del tornillo.

Otras características, detalles y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción y los dibujos. Las modalidades de la invención se muestran de forma puramente esquemática en los dibujos siguientes y se describen con más detalle a continuación. Los objetos o elementos correspondientes se proporcionan con los mismos símbolos de referencia en todas las figuras. Se muestra:

La figura 1 es una representación esquemática de una pieza de trabajo para un rotor;

La figura 2 es una vista esquemática detallada de una pieza de trabajo para un rotor.

En la figura 1, designada con el número de referencia 1, se muestra esquemáticamente una pieza de trabajo 1 para un rotor de una bomba de tornillo roscado producida de acuerdo con la invención. La ilustración de la figura 1 muestra una pieza 1 a partir de la cual se fabrica un rotor para una bomba de tornillo. La fabricación del rotor está ya muy avanzada, de modo que se pueden observar dos perfiles helicoidales desde el inicio 10 hasta el final 11 y desde el inicio 12 hasta el final 13, que están recortados de dos secciones cilíndricas. Estas secciones cilíndricas tienen un diámetro mayor que el eje 14 del rotor o el cubo 9. Entre las secciones cilíndricas hay un corte 2.

La herramienta de corte 5 mostrada en las figuras 1 y 2 se acopla al flanco 6 del perfil helicoidal 12, 13 y lo mecaniza para producir la geometría final. Para el proceso de corte mostrado aquí, la pieza de trabajo 1 gira alrededor de su eje longitudinal Z1, con lo que el movimiento de la herramienta de corte 5 paralelo al eje longitudinal Z1 está sincronizado con el movimiento de rotación de la pieza de trabajo 1 alrededor del eje longitudinal Z1, como se describió anteriormente. De este modo, la herramienta de corte 5 mostrada puede producir el perfil helicoidal 12, 13, en particular la geometría compleja de los flancos del tornillo, de forma precisa y rápida mediante corte en la pieza de trabajo 1. Dado que la posición instantánea de la herramienta de corte 5 en la dirección de mecanizado z2 es una función predeterminada del ángulo de rotación instantáneo de la pieza de trabajo 1 alrededor del eje longitudinal Z1, se puede determinar, entre otras cosas, la posición angular del perfil helicoidal 12, 13 en el eje 14. De esta manera, los dos perfiles helicoidales contrarrotativos 10, 11, 12, 13 se pueden alinear en el ángulo correcto entre sí y pueden engranar con otro rotor de una bomba de doble tornillo sin colisión. Durante el proceso de corte, la herramienta de corte 5 se mueve en la dirección de mecanizado z2 mostrada a lo largo del eje longitudinal Z1 de la pieza de trabajo. Durante un proceso de corte, la distancia radial de la herramienta de corte 5 con respecto al eje longitudinal Z1 de la pieza de trabajo 1 se mantiene constante, de modo que no se produce ninguna penetración en la dirección de mecanizado x2 mostrada. Además, la posición de la herramienta de corte 5 en la dirección de mecanizado y2 no cambia durante un proceso de corte. En la posición mostrada en la figura 1, la herramienta de corte 5 está casi al final de un proceso de corte; después de haber entrado en contacto con el perfil helicoidal al inicio 12 del perfilado, se ha desplazado en el proceso de corte paralelamente al eje longitudinal Z1 de la pieza 1 en la dirección de mecanizado z2. En el extremo 13 del perfilado finaliza el proceso de corte aquí mostrado y la herramienta de corte 5 se retrae en un proceso de posicionamiento desde el eje longitudinal Z1 de la pieza de trabajo 1 en contra de la dirección de mecanizado X2. De esta manera, la herramienta se puede mover en sentido contrario a la dirección de mecanizado z2 a lo largo del eje longitudinal Z1 de la pieza 1, pasando el perfil helicoidal 12, 13 ya visible. Al llegar

al inicio 12 del perfil helicoidal, la herramienta de corte 5 se desplaza en el proceso de posicionamiento en la dirección de mecanizado x2 hasta el eje longitudinal Z1 de la pieza de trabajo 1 hasta que la herramienta de corte 5 entra en enganche de nuevo con el perfil helicoidal 12 en una posición de inicio predeterminada para un nuevo proceso de corte con el fin de realizar un nuevo proceso de corte desde el principio. La posición inicial especificada individualmente para cada proceso de corte se planifica para los procesos de corte individuales en función del contorno deseado del perfil helicoidal 12, 13 y se consigue mediante avances en la dirección de mecanizado x2 y en la dirección de mecanizado z2. Además, la posición angular, es decir, el ángulo de rotación de la pieza de trabajo 1, se fija en la posición inicial para que en una serie de operaciones de corte se cree con precisión el contorno deseado. Esto significa que el movimiento de rotación continuo de la pieza de trabajo 1 se interrumpe después de cada operación de corte y la pieza de trabajo 1 se ajusta a la nueva posición inicial respectiva en el proceso de posicionamiento en o contra la dirección de rotación utilizada previamente durante la operación de corte con respecto al ángulo de rotación, antes de que la pieza de trabajo 1 gire de nuevo sobre su eje longitudinal durante la siguiente operación de corte. En la dirección de mecanizado y2 generalmente no se produce penetración y la herramienta 5 se mueve en un plano por el que pasa también el eje longitudinal Z1 de la pieza 1. El corte realizado por la herramienta de corte 5 durante el proceso de corte tiene una dirección de corte opuesta a la dirección de mecanizado indicada y2, que corre perpendicular a la dirección de mecanizado indicada z2. Como se puede ver en la figura 1, la herramienta de corte 5 se introduce en el perfil prefabricado aproximado 12, 13 (por ejemplo mediante fresado) durante el proceso de corte.

Resulta especialmente ventajoso realizar inicialmente el contorno del perfil helicoidal 12, 13 con una sobremedida. A continuación se temple el rotor con el contorno sobredimensionado y sólo entonces se fabrica el contorno final del perfil helicoidal 12, 13 eliminando el sobrante. Es aconsejable mantener el exceso lo más pequeño posible, ya que las operaciones de corte en el material endurecido del perfil helicoidal 12, 13 provocan una alta tensión y un alto desgaste en la herramienta de corte 5. En la figura 1, en la mitad izquierda de la pieza 1, se muestra un perfil helicoidal contrarrotativo desde el inicio 10 hasta el final 11 en la geometría final. El perfil helicoidal 10, 11 se produce también aquí mediante cortes de la herramienta de corte 5, realizándose los procesos de corte individuales desde el inicio 10 del perfil helicoidal A hasta el final 11 del perfil helicoidal 11. El corte 2 entre los perfiles helicoidales facilita la visión de la herramienta de corte 5 y el mecanizado de los perfiles por la herramienta de corte 5. La sincronización de acuerdo con la invención del movimiento de rotación de la pieza 1 con el movimiento de la herramienta de corte 5 en la dirección z2, es decir, a lo largo de los sucesivos procesos de corte diferentes, garantiza el ajuste preciso de la posición angular del recorrido del perfil helicoidal 10, 11, de manera que se forme en el ángulo correcto con respecto al perfil helicoidal contrarrotativo 12, 13 en la misma pieza de trabajo 1.

La figura 2 muestra una vista esquemática detallada del procesamiento mostrado en la figura 1. Aquí se puede ver más claramente que la herramienta de corte 5 tiene un filo 7, que es preferiblemente un filo cerámico. Este filo 7 tiene un diente de corte 8 que engrana con el flanco 6 en el extremo 13 del perfil B. Dado que en un solo proceso de corte solo se engrana un diente de corte 8 relativamente pequeño, se puede lograr un contorno particularmente preciso del perfil helicoidal repitiendo los procesos de corte y posicionamiento. También se ve claramente que el perfil helicoidal está formado por ranuras de rosca 3 y alma de rosca 4. Las almas de rosca 4 tienen el diámetro de las secciones cilíndricas de las que están formadas. Las ranuras de rosca 3 tienen un diámetro menor, que alcanza el diámetro interior del cubo 9.

#### Lista de símbolos de referencia

- 1 pieza de trabajo
- 2 cortes
- 3 ranura de rosca (perfil helicoidal)
- 4 alma de rosca (perfil helicoidal)
- 5 herramienta de corte
- 6 flancos (perfil helicoidal)
- 7 filos de corte
- 8 diente de corte
- 9 diámetro interior (cubo)
- 10 inicio del perfil A
- 11 fin del perfil A
- 12 inicio del perfil B
- 13 fin del perfil B
- 14 eje
- Z1 eje longitudinal (pieza de trabajo)
- x2 Dirección de mecanizado, dirección de avance (herramienta)
- y2 Dirección de mecanizado opuesta a la dirección de corte (herramienta)
- z2 Dirección de mecanizado (herramienta)

REIVINDICACIONES

1. Método para producir un rotor para una bomba de tornillo, que comprende los siguientes pasos:

- 5 a) proporcionar una pieza de trabajo (1) prefabricada, al menos parcialmente cilíndrica, con un eje longitudinal (Z1) y fijar de forma giratoria la pieza de trabajo (1) alrededor de este eje longitudinal (Z1),
- b) proporcionar una herramienta de fresado giratoria,
- 10 c) controlar el movimiento de la herramienta de fresado giratoria con respecto a la pieza de trabajo (1),
- d) ejecución de operaciones de fresado mediante la herramienta de fresado y prefabricación del perfil helicoidal (3, 4) mediante fresado en la pieza de trabajo,
- 15 e) proporcionar una herramienta de corte (5),
- caracterizado por los siguientes pasos:
- f) girar la pieza de trabajo (1) alrededor del eje longitudinal (Z1) y controlar el movimiento de la herramienta de corte (5), en donde la herramienta de corte (5) se mueve en una dirección de mecanizado (z2) paralela al eje longitudinal (Z1) de la pieza de trabajo (1), en donde la posición instantánea de la herramienta de corte (5) en la dirección de mecanizado (z2) es una función predeterminada del ángulo de rotación instantáneo de la pieza de trabajo (1) alrededor del eje longitudinal (Z1), en donde el corte realizado por la herramienta de corte (5) en el proceso de corte tiene una dirección de corte que es perpendicular a la dirección de mecanizado (z2),
- 20 g) ejecución múltiple de operaciones de corte de acuerdo con el paso f) para producir un perfil helicoidal (3, 4) mediante corte en la pieza prefabricada (1), en donde la herramienta de corte (5) se mueve a una distancia radial constante desde el eje longitudinal (Z1) de la pieza de trabajo (1) durante cada operación de corte, en donde la herramienta de corte (5) se mueve continuamente en un proceso de corte en la dirección de mecanizado (z2) paralela al eje longitudinal (Z1) de la pieza de trabajo (1).
- 25
- 30

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la posición instantánea de la herramienta de corte (5) a lo largo del eje longitudinal (Z1) se controla proporcionalmente al ángulo de rotación.

35 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque antes de la provisión de la herramienta de corte (paso e del método) o antes de la provisión de la herramienta de fresado (paso b del método) se llevan a cabo los siguientes pasos:

- h) proporcionar una herramienta de torneado,
- 40 i) controlar el movimiento de la herramienta de torneado con respecto a la pieza de trabajo (1),
- j) ejecución de la operación de corte por torneado mediante la herramienta de torneado y prefabricación de secciones cilíndricas mediante torneado de la pieza (1).
- 45

4. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al final de un proceso de corte la herramienta de corte (5) se desplaza hacia atrás más allá de los perfiles helicoidales (3, 4) en un proceso de posicionamiento en contra de la dirección de mecanizado (z2) a lo largo del eje longitudinal (Z1) de la pieza de trabajo (1).

50

5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque la herramienta de corte (5) en el proceso de posicionamiento se posiciona en una posición con respecto al ángulo de giro de la pieza de trabajo alrededor del eje longitudinal (Z1), con respecto a la distancia radial desde el eje longitudinal (Z1) y con respecto a la posición en la dirección de mecanizado (z2) se lleva la posición inicial predeterminada a engrane con el perfil helicoidal (3, 4) para realizar una siguiente operación de corte.

55

6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque se repiten el proceso de corte y el proceso de posicionamiento, en donde la posición inicial de la herramienta de corte (5) varía de repetición en repetición al menos con respecto a la distancia radial desde el eje longitudinal (Z1) y con respecto a la posición en la dirección de mecanizado (z2), para producir un contorno predeterminado de los flancos del perfil helicoidal (3, 4).

60

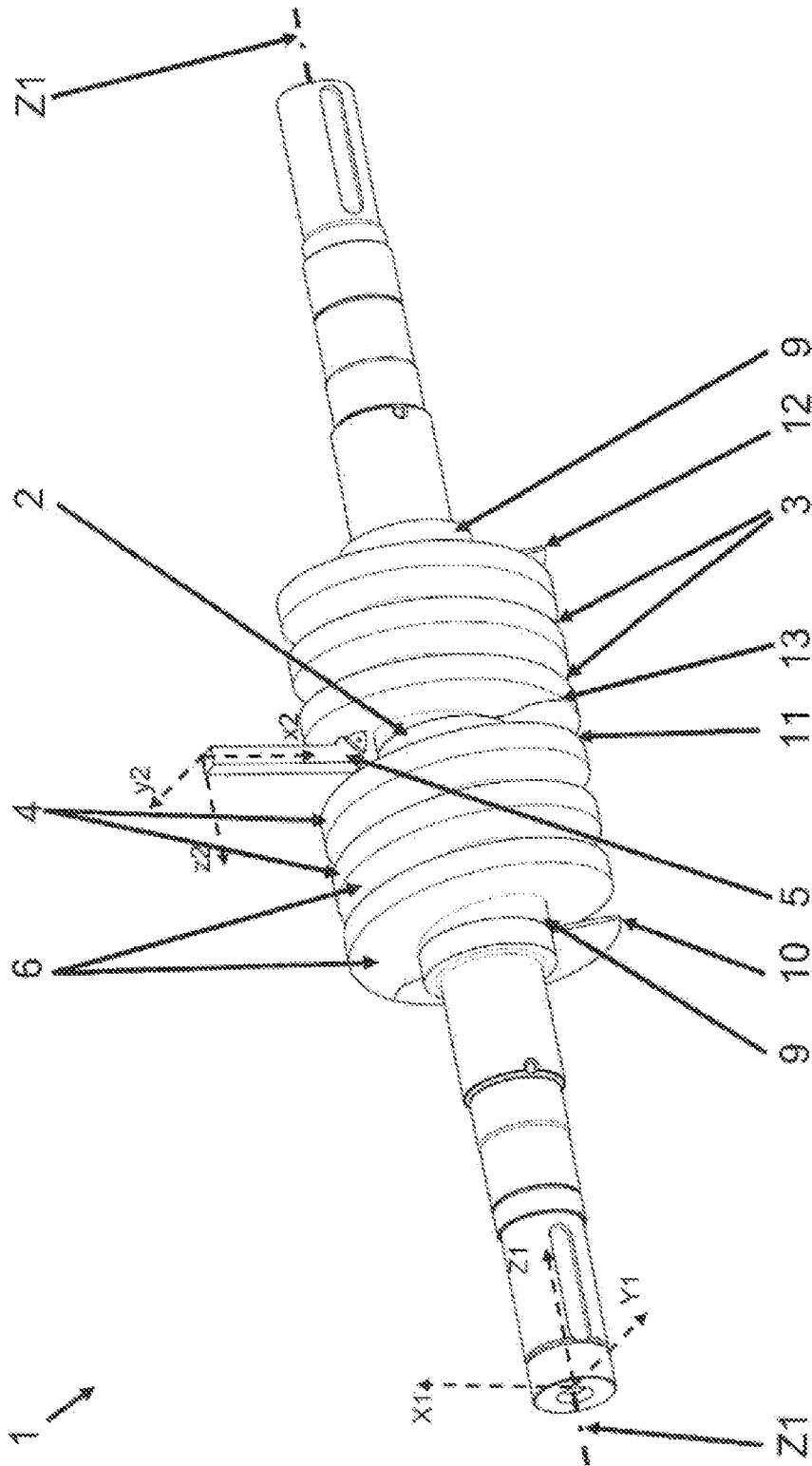
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque el proceso de corte y el proceso de posicionamiento se repiten hasta que el perfil helicoidal (3, 4) haya alcanzado una forma que se desvía en exceso de la forma final de la pieza (1), en donde la pieza de trabajo (1) se endurece en la forma sobredimensionada y luego el exceso se corta en procesos repetidos de corte y posicionamiento hasta que el perfil helicoidal (3, 4) ha alcanzado la forma final de la pieza de trabajo (1).

65

8. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la herramienta de corte (5) se sumerge durante el proceso de corte en un perfil prefabricado (3, 4).
- 5 9. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la pieza (1) está formada con al menos una sección con perfil helicoidal (3, 4) y con secciones de eje sustancialmente cilíndricas.
10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque la pieza (1) está formada con al menos dos secciones con perfil helicoidal (3, 4), siendo los perfilados helicoidales opuestos.
- 10 11. Método de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, caracterizado porque las secciones con perfil helicoidal (3, 4) y las secciones de eje están formados de forma solidaria entre sí.
12. Máquina de mecanizado para la fabricación de un rotor para una bomba de tornillo, con control numérico asistido por ordenador, caracterizada porque la máquina de mecanizado está configurada para llevar a cabo el  
15 procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 mediante la programación del control numérico asistido por ordenador con datos de control, para que los datos de control determinen el movimiento de rotación de la pieza de trabajo (1) alrededor del eje longitudinal (Z1) de acuerdo con ángulos de rotación, así como el movimiento de la herramienta de corte (5) en la dirección de mecanizado (z2) paralelo al eje longitudinal (Z1) de la  
20 pieza de trabajo (1), de tal manera que los datos de control para una secuencia de operaciones de corte comprenden asignaciones de posiciones instantáneas de la herramienta de corte (5) en la dirección de mecanizado (z2) a ángulos de rotación de la pieza de trabajo (1) alrededor del eje longitudinal (Z1), en donde la herramienta de corte (5) se mueve a una distancia radial constante desde el eje longitudinal (Z1) de la pieza de trabajo (1) durante  
25 cada operación de corte, en donde la herramienta de corte (5) se mueve continuamente en un proceso de corte en la dirección de mecanizado (z2) paralela al eje longitudinal (Z1) de la pieza de trabajo (1).
13. Máquina de mecanizado de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizada porque los datos de control comprenden además datos de posición inicial que, para la secuencia de operaciones de corte, definen  
30 respectivamente el ángulo de rotación inicial de la pieza de trabajo alrededor del eje longitudinal (Z1), la distancia radial de la herramienta de corte (5) desde el eje longitudinal (Z1) y la posición inicial de la herramienta de corte (5) en la dirección de mecanizado (z2).

DIBUJOS

Fig. 1





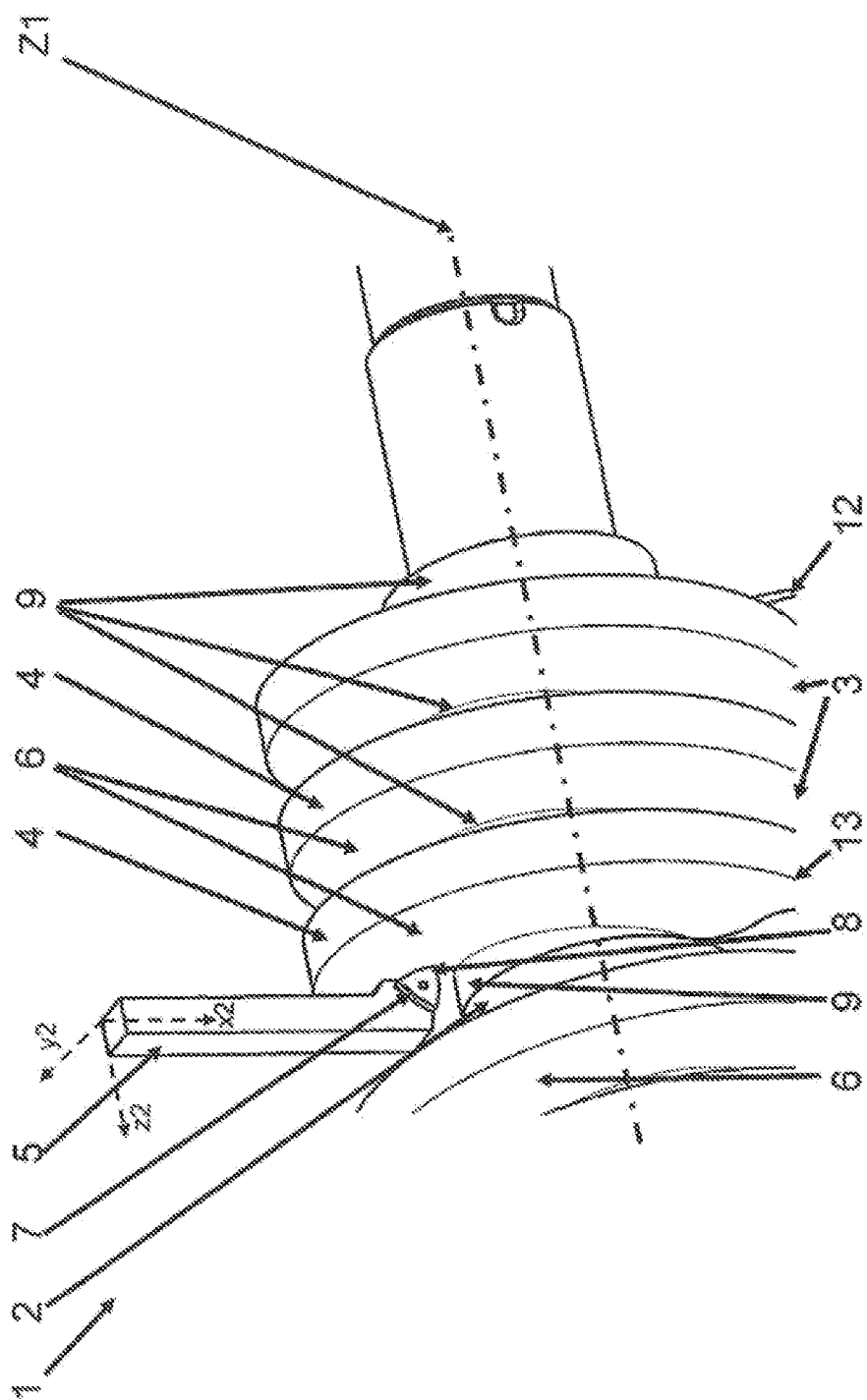


Fig. 2