

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 207**

51 Int. Cl.:

B02C 15/00 (2006.01)

F16H 3/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2017** E **17176001 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020** EP **3415238**

54 Título: **Transmisión de molino vertical**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2021

73 Titular/es:
FLENDER GMBH (100.0%)
Alfred-Flender-Strasse 77
46395 Bocholt, DE

72 Inventor/es:
BECKA, SIMON;
BRUN, STEFFEN;
FRIEDRICH, MATTHIAS;
JOSTEN, GUIDO;
PRUSAK, ROBERT;
SCHLEGEL, EUGEN;
SCHMEINK, FRANZ;
SCHROER, DIRK y
TEGELKAMP, MICHAEL

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 812 207 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

Transmisión de molino vertical

La invención se relaciona con una transmisión de molino vertical con una carcasa, un eje de transmisión montado en la carcasa rotatoriamente alrededor de un primer eje de giro esencialmente horizontal, que está provisto por sus extremos de un piñón cónico, un eje intermedio en la carcasa montado rotatoriamente alrededor de un segundo eje de giro esencialmente vertical, que está provisto en la zona inferior de un engranaje cónico engranado con el piñón cónico, un engranaje solar de una primera etapa planetaria impulsado rotatoriamente a través del eje intermedio y un soporte planetario montado en la carcasa rotatoriamente alrededor del segundo eje de giro, al que rotatoriamente alrededor de un eje de giro asociado de engranaje planetario se sujeta al menos un engranaje planetario, que engrana, por un lado, con el engranaje solar y, por otro lado, con un dentado interno de un engranaje anular sujeto fijo en la carcasa. Esta primera etapa planetaria en el engranaje de fresado vertical se puede accionar ventajosamente una segunda etapa planetaria en el lado impulsado, que también gira alrededor del segundo eje vertical de rotación y, a su vez, está compuesto por un engranaje solar impulsado por la etapa previa, un segundo soporte planetario desplazable para el ajuste y un segundo engranaje anular fijado a la carcasa.

Las transmisiones de molino vertical del tipo citado inicialmente se presentan en el estado actual de la técnica en diferentes configuraciones. Sirven no sólo para convertir momentos de fuerza y velocidades de giro en tamaño y dirección, sino también para absorber y soportar las cargas del procesado. El proceso de molienda conlleva además vibraciones que excitan las frecuencias naturales del tren de accionamiento, generado por un motor, un acoplamiento, el eje de transmisión impulsado por ellos, el piñón cónico, el engranaje cónico, el eje intermedio, el engranaje solar sostenido en el, el al menos un engranaje planetario, el soporte planetario y el engranaje anular de una primera etapa planetaria y de una segunda etapa planetaria adicional similar, más ventajosamente siguiente, u otras etapas planetarias. Tales frecuencias naturales pueden dañar al menos parcial o completamente el tren de accionamiento. Habitualmente, la parte más débil del tren de transmisión es la más susceptible a daños. En las transmisiones de molino vertical, esta suele ser la etapa de engranaje cónico formada por el piñón cónico y el engranaje cónico. También es conocido que se realizan intentos para desacoplar las etapas individuales entre sí con acoplamientos adicionales de unión simple o doble en el tren de accionamiento entre el eje intermedio y el primer engranaje solar.

La etapa de engranaje cónico sirve para convertir el momento de fuerza y la velocidad de giro en tamaño y dirección. El momento de fuerza se transmite desde el piñón cónico al engranaje cónico. Este transmite el momento de fuerza al eje intermedio vertical. En este contexto, las fuerzas resultantes en el dentado conducen a una deformación del eje intermedio, que influye en el comportamiento de carga de la etapa previa planetaria. Las etapas planetarias necesitan para una estructura estática determinada al menos un miembro libremente ajustable, representado en esta forma de la transmisión de molino vertical por el soporte planetario. Las ruedas dentadas entrelazadas pueden ajustarse y moverse libremente como resultado del equilibrio de fuerzas y las tolerancias de fabricación logradas, y, por lo tanto, el soporte planetario radialmente respecto al segundo eje de rotación dentro de un rango pequeño y admisible. Además, estos desplazamientos de la etapa previa planetaria influyen en el comportamiento de carga de la etapa de engranaje cónico. Las investigaciones han demostrado también que las deformaciones de las fuerzas de la etapa del engranaje cónico se superponen con las deformaciones y los desplazamientos de otros elementos de la transmisión de molino vertical, que resultan de las cargas durante el procesado.

Por lo tanto, un problema consiste en que las cargas durante el procesado, en el proceso de molienda, los desplazamientos de los miembros ajustables de las etapas planetarias y la deformación de la etapa del engranaje cónico afecten negativamente al comportamiento de soporte del dentado en la etapa preliminar planetaria y la etapa del engranaje cónico. Además, la etapa de engranaje cónico es susceptible a las vibraciones e impactos causados por las cargas durante el procesado. Por lo tanto, en el tren de accionamiento se acumulan, por consiguiente, cargas internas adicionales, que bien pueden provocar daños o requerir un sobredimensionamiento.

Partiendo de este estado actual de la técnica, es un objeto de la presente invención producir una transmisión de molino vertical del tipo citado inicialmente con una estructura alternativa. Para resolver este objeto, la presente invención proporciona una transmisión de molino vertical del tipo citado inicialmente, caracterizada porque el eje intermedio está configurado como eje hueco, y porque en el eje intermedio hay un eje de torsión conectado con el, de modo que pueda ajustarse angularmente, donde el eje de torsión sobresale aguas arriba del eje intermedio, y donde a la sección sobresaliente del eje de torsión se fija el engranaje solar. Preferentemente, el eje de torsión está diseñado en una sola pieza con el engranaje solar.

En comparación con el estado actual de la técnica, el engranaje cónico, por consiguiente, no está montado sobre un eje intermedio configurado habitualmente como eje macizo, sino sobre uno configurado como eje hueco, montado en los cojinetes de manera resistente a la tensión mecánica, y el engranaje solar no está montado en el eje intermedio sino en el eje de torsión usado en este eje intermedio y conectado a prueba de torsión con el. Las ventajas de la transmisión de molino vertical conforme a la invención generan que las deformaciones y los desplazamientos de las

- 5 cargas durante el procesado y las cargas del engranaje cónico se desacoplen entre sí. Por otra parte, gracias al eje de torsión rotacionalmente débil, también las vibraciones de torsión del proceso de molienda son amortiguadas por la etapa de engranaje cónico, por lo cual se obtiene en conjunto una larga vida útil de la transmisión de molino vertical conforme a la invención. La rigidez del resorte del eje de torsión puede verse influenciada por una elección adecuada de los parámetros longitud, diámetro, masa y propiedades del material, de tal forma que las frecuencias naturales de la transmisión de molino vertical difieran significativamente de las frecuencias de excitación del proceso de molienda. También, un orificio a través del eje de torsión a lo largo del eje de giro modifica la resistencia a la deformación. Este orificio se puede usar además para suministrar aceite a los puntos de lubricación superiores.
- 10 Según una ordenación de la presente invención, el eje intermedio está montado en la carcasa en la región inferior con un cojinete radial-axial y en la región superior a través de al menos un cojinete radial. De este modo, las fuerzas y deformaciones de la etapa del engranaje cónico se apoyan en la carcasa y no se colocan en el dentado de la etapa preliminar o en las etapas posteriores del tren de accionamiento.
- 15 La distancia entre el cojinete radial-axial y el cojinete radial se puede hacer lo más pequeña posible, derivando el eje intermedio de estos rodamientos de manera resistente a la tensión mecánica. Esto conlleva una construcción resistente a la tensión mecánica del eje intermedio con la ventaja de un menor deterioro del patrón de contacto de la etapa de engranaje cónico. La deflexión del eje hueco es más baja en los cojinetes del eje intermedio y la deflexión restante solo está determinada por el poco espacio libre o la altura del espacio de lubricación. Estos puntos en el eje hueco son particularmente adecuados para acoplar el eje de torsión.
- 20 Preferiblemente, el eje de torsión se inserta desde arriba en el eje intermedio y se conecta con el eje intermedio a través de una conexión en cierre de forma, particularmente en forma de un dentado de acoplamiento o corto convexo, por lo que se logra una estructura simple. El dentado de acoplamiento se prevé particularmente en la región inferior del eje de torsión y del eje intermedio, de forma que el eje de torsión se fije al eje intermedio sólo en su región inferior. Correspondientemente, el eje de torsión puede compensar desplazamientos radiales del soporte planetario en el extremo superior del eje mediante flexión elástica del eje largo y delgado del eje intermedio. Dado que el eje de torsión y el eje intermedio están conectados en cierre de forma, giran a la misma velocidad. Esto posibilita un soporte axial simple del eje de torsión en su cara del extremo inferior sobre la parte inferior del eje intermedio que gira a la misma velocidad.
- 25 El eje intermedio está fabricado ventajosamente de un material fundido. Alternativamente, el eje intermedio y el engranaje cónico se pueden diseñar como una pieza forjada a modo de una pieza integral.
- 30 El eje de torsión puede estar provisto de un orificio interno a lo largo del eje de giro, por un lado, para ajustar la rigidez cambiando la masa y el módulo elástico y, por otro lado, para guiar el aceite lubricante a través del eje de rotación a los puntos de lubricación superiores en la transmisión. Las piezas de conexión que miran hacia el extremo conducen al orificio y establecen la conexión para el suministro de aceite.
- 35 Según una ordenación de la presente invención, una longitud aumentada del eje de torsión puede conducir a una reducción del ángulo de inclinación del engranaje solar al desplazarse los engranajes planetarios. Además, como ventaja adicional de la transmisión de molino vertical conforme a la invención, el cambio de longitud del eje de torsión se puede usar de una manera particularmente simple para adaptar la altura total de toda la transmisión de molino vertical individualmente a las especificaciones del cliente del molino vertical.
- 40 Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción de una transmisión de molino vertical según un modo de operación de la presente invención con referencia al dibujo adjunto, que muestra una vista en sección parcial esquemática de la transmisión de molino vertical.
- 45 Un molino vertical sirve para triturar diferentes materiales, como, por ejemplo, lignito y carbón, piedra caliza, minerales, material de cemento o similares. Para este propósito, comprende una placa de molienda horizontal, no representada en el dibujo, accionada rotatoriamente por un motor, asimismo no representado, y una transmisión de molino vertical 1, que está dispuesta entre el motor y la placa de molienda y solo representada parcialmente en el dibujo. La trituración tiene lugar en un recipiente de molienda, en el cual las herramientas de molienda presionan contra la placa de molienda.
- 50 Las tareas principales de la transmisión de molino vertical 1 consisten en la transmisión de potencia, la traslación del momento de fuerza requerido y de la velocidad requerida, el alojamiento del recipiente de molienda y la absorción de las fuerzas de molienda. Comprende una carcasa 2 y un eje de accionamiento 4 que está montado rotatoriamente en ésta sustancialmente horizontal alrededor de un primer eje de rotación 3 y que, en el presente caso, sobresale hacia afuera de la carcasa 2 y es accionado por un motor acoplado (no representado a fondo). En el extremo libre del eje de transmisión 4 dispuesto dentro de la carcasa 2 se prevé un piñón cónico 5, que está conectado a prueba de torsión al eje de transmisión 4 de tal forma que el eje de transmisión 4 y el piñón cónico 5 se encajen por medio de una conexión eje-buje conocida, o que el eje de transmisión 4 esté diseñado con el piñón cónico 5 como un eje
- 55

de piñón cónico en una pieza. La transmisión de molino vertical 1 comprende además un eje intermedio 7 montado rotatoriamente en la carcasa 2 alrededor de un segundo eje de rotación 6 esencialmente vertical y que está soportado en la carcasa 2 en la región inferior por medio de un cojinete radial-axial 8 y en la región superior por al menos un cojinete radial 9. En el área inferior, el eje intermedio 7 soporta a prueba de torsión un engranaje cónico 10 que está enganchado con el piñón cónico 5 y forma una etapa de engranaje cónico junto con este último. En consecuencia, el eje intermedio 7 puede accionarse rotatoriamente a través de la etapa de engranaje cónico. Conforme a la invención, el eje intermedio 7 está diseñado como eje hueco. Además, en el eje intermedio 7 hay dispuesto conforme a la invención un eje de torsión 11 configurado asimismo como eje fresado hueco y conectado a prueba de torsión con el eje intermedio 7.

La conexión rotacionalmente fija entre el eje intermedio 7 y el eje de torsión 11 se realiza en el presente caso a través de un dentado de acoplamiento en cierre de forma y/o de fuerza 12 en la región inferior del eje intermedio 11. El dentado de acoplamiento 12 está dispuesto centralmente en el punto de acción del cojinete radial-axial 8.

El eje de torsión 11 se inserta desde arriba con juego radial en el eje intermedio 7, se apoya indirectamente por el extremo libre inferior en la carcasa 2 y se proyecta hacia arriba desde el eje intermedio 7. El eje de torsión 11 está por el extremo inferior de manera frontal en el eje intermedio 7 sobre un disco extremo 13 provisto de un orificio central. En el orificio central se insertan piezas de conexión sellantes 14, a través de las cuales puede guiarse el aceite lubricante no representado de la carcasa estacionaria 2 en el orificio 15 del eje de torsión 11 y desde allí desde los puntos de lubricación superiores en la transmisión de molino vertical 1. A la sección del eje de torsión 11 que sobresale del eje intermedio 7 se fija un engranaje solar 16 de la transmisión de molino vertical 1. Se representa un componente en una pieza. Al un soporte planetario 17 montado en la carcasa 2 rotatoriamente alrededor del segundo eje de giro 6 se sujeta al menos un engranaje planetario 19 rotatorio alrededor de un eje de giro asociado de engranaje planetario 18, que se engrana, por un lado, con el engranaje solar 16 y, por otro lado, con un dentado interno 20 de un engranaje anular 21 mantenido estacionariamente en la carcasa 2. Una pluralidad de engranajes planetarios 19 se mantienen preferiblemente de una manera conocida en el soporte planetario 17, por lo cual la potencia de accionamiento se ramifica de manera conocida a los engranajes planetarios 19 que, por lo tanto, son relativamente pequeños. En la parte superior del soporte planetario 17 está dispuesta de una manera conocida una segunda etapa planetaria, no representada a fondo en el presente caso, que está conectada a prueba de torsión al engranaje solar no representado de la segunda etapa planetaria, a través de otro acoplamiento de toma de fuerza 22, y luego se conecta a prueba de torsión indirectamente por lado del accionamiento con la mesa de molienda.

Durante la operación, el eje de transmisión 4 es accionado rotatoriamente por un motor. El movimiento giratorio del eje de transmisión 4 se transmite al eje intermedio 7 a través de la etapa cónica (5, 10) con una relación de transmisión predeterminada.

Con el eje intermedio 7 rota el eje de torsión 11 insertado a prueba de torsión en éste con la misma velocidad y, con ello, el engranaje solar 16. El engranaje solar 16 gira a su vez el soporte planetario 17 a través de los engranajes planetarios 19 que engranan con el engranaje solar 16 y el engranaje anular 21 y convierte en esta etapa de transmisión a su vez la velocidad y el momento. Correspondientemente, la segunda etapa planetaria es accionada con la mesa de molienda rotatoriamente a través del soporte planetario 17 a través del acoplamiento de transmisión 22.

Una ventaja esencial de la construcción de la transmisión de molino vertical 1 conforme a la invención consiste en que el engranaje solar 16 unido al eje de torsión 11 puede seguir el desplazamiento radial del transportador planetario 17 independientemente de las cargas durante el procesado sin afectar negativamente a la etapa del engranaje cónico. En dirección contraria, las cargas de la etapa de engranaje cónico pueden conducir a una deformación elástica del eje intermedio 7 sin influir negativamente en la etapa planetaria. El desacoplamiento de las deformaciones y desplazamientos de las cargas durante el procesado y las cargas en el engranaje cónico 10 se logra gracias al eje de torsión 11 dispuesto dentro del eje intermedio 7 que aloja al engranaje cónico 10 y que aloja al engranaje solar 16. A este desacoplamiento contribuye también la distribución central del dentado de acoplamiento 12 en el punto de acción del cojinete radial-axial 8a. Además, gracias a la rigidez del resorte de diseño conveniente del eje de torsión 11, también las frecuencias naturales del tren de accionamiento se trasladan a un área no crítica que no esté en riesgo de resonancia y así se desacoplan de la excitación por vibración del proceso de molienda, por lo que se logra en conjunto una larga vida útil de la transmisión de molino vertical 2 conforme a la invención. Las longitudes individualmente determinables del eje de torsión 11 conducen además a un eje de torsión muy suave similar a un resorte de torsión, que amortigua los impactos del proceso de molienda, de forma que solo puedan tener un ligero efecto sobre la etapa de engranaje cónico.

Aunque la invención ha sido ilustrada y descrita en detalle mediante el ejemplo de ejecución preferido, la invención no está restringida por los ejemplos descritos y el experto puede deducir otras variaciones de la misma sin abandonar el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Transmisión de molino vertical (1) con una carcasa (2), un eje de transmisión (4) montado rotatoriamente en la carcasa (2) alrededor de un primer eje de giro horizontal (3), provisto por sus extremos de un piñón cónico (5), un eje intermedio (7) montado en la carcasa (2) rotatoriamente alrededor de un segundo eje de giro vertical (6), que está provisto en la zona inferior de un engranaje cónico (10) engranado con el piñón cónico (5), un engranaje solar (16) impulsado rotatoriamente a través del eje intermedio (7) y un primer soporte planetario (17) montado en la carcasa (2) rotatoriamente alrededor del segundo eje de giro (6), al que se sujeta rotatoriamente alrededor de un eje de giro de engranaje planetario (18) asociado al menos un engranaje planetario (19), que, por un lado, se engrana con el engranaje solar (16) y, por otro lado, con un dentado interno (20) de un engranaje anular (21) mantenido fijo en la carcasa (2), caracterizado porque el eje intermedio (7) está configurado como eje hueco, y porque en el eje intermedio (7) se inserta un eje de torsión (11), se conecta con éste a prueba de torsión y de manera desplazable para ajustar el ángulo, donde el eje de torsión (11) sobresale aguas arriba del eje intermedio (7), y donde a la sección sobresaliente del eje de torsión (11) se fija el engranaje solar (16).
- 10
- 15 2. Transmisión de molino vertical (1) según la reivindicación 1, caracterizada porque el eje intermedio (7) está montado en la zona inferior con un cojinete radial-axial (8) y en la zona superior a través de al menos un cojinete radial (9) en la carcasa (2).
- 20 3. Transmisión de molino vertical (1) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque el eje de torsión (11) se inserta desde arriba en el eje intermedio (7) y, a través de una conexión en cierre de forma, particularmente en forma de un dentado de acoplamiento (12), se conecta con el eje intermedio (7), donde el dentado de acoplamiento (12) se prevé particularmente en la zona inferior del eje de torsión (11) y del eje intermedio (7).
- 25 4. Transmisión de molino vertical (1) según la Reivindicación 3, caracterizada porque el dentado de acoplamiento (12) está fabricado como conexión en cierre de forma o de fuerza por medio de un dentado de acoplamiento o corto convexo.
- 30 5. Transmisión de molino vertical (1) según una de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado porque el dentado de acoplamiento (12) se encuentra en el eje intermedio (7) en un punto de baja deflexión y porque el cojinete radial-axial (8) rodea por fuera sobre el eje intermedio (7) el dentado de acoplamiento (12) interno.
6. Transmisión de molino vertical (1) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque el orificio (15) en el eje de torsión (11) sirve para pasar aceite lubricante a los puntos de lubricación situados arriba en la transmisión de molino vertical (1) y que las piezas de conexión (14) sellantes frontalmente introducidas en el orificio (15) establecen la conexión a un sistema de conducción de aceite.
7. Transmisión de molino vertical (1) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque el eje de torsión (11) y el engranaje solar (16) allí fijado están diseñados en una sola pieza.
- 35 8. Transmisión de molino vertical (1) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque el eje de torsión (11) se apoya axialmente por el extremo abajo sobre el disco final (13) del eje intermedio (7).
9. Transmisión de molino vertical (1) según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque el eje intermedio (7) está fabricado de un material de fundición o como una pieza forjada a modo de una pieza integral.

