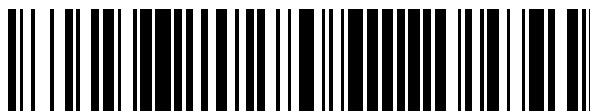


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 611 877**

51 Int. Cl.:

B21H 7/18 (2006.01)

B21D 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2011 PCT/DE2011/002186**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12092920**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11822803 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2654987**

54 Título: **Procedimiento para el laminado de enderezado de cigüeñales**

30 Prioridad:

23.12.2010 DE 102010056616

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

11.05.2017

73 Titular/es:

HEGENSCHEIDT-MFD GMBH & CO. KG (100.0%)

Hegenscheidt Platz

41812 Erkelenz, DE

72 Inventor/es:

NOLTEN, HANS y

BRUNEN, HEINZ JOSEF

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 611 877 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 laminado de enderezado de cigüeñales

5 La invención se refiere a un procedimiento para el laminado de enderezado de cigüeñales, con la ayuda de herramientas de laminado profundo, en particular de rodillos de laminado profundo, los cuales, mientras el cigüeñal es girado alrededor de su eje de giro, se presionan con fuerza de laminado de enderezado de cambio continuo por el perímetro de una espiga del cojinete, a los puntos de penetración o radios, los cuales delimitan la espiga del cojinete a ambos lados.

10 Del documento DE 30 37 688 C2 se conoce un procedimiento para el laminado de enderezado de cigüeñales. Según este procedimiento, un cigüeñal de una serie a laminar, se lamina en superficie con una fuerza constante F_0 , la cual se corresponde con al menos 1/3 de la fuerza de laminación en profundidad para lograr la resistencia a la fatiga deseada. Después de ello se retira el cigüeñal y se mide el desarrollo y la magnitud de las expansiones angulares resultantes. A continuación, se endereza mediante laminado con correspondiente ajuste de la máquina, con una fuerza F_1 , que en su desarrollo por el ángulo de giro del cigüeñal es aproximadamente proporcional a la proporción de la expansión angular más grande con respecto a la expansión angular local. Según este procedimiento conocido se mide por lo tanto la excentricidad del cigüeñal, la cual obtiene mediante la laminación en profundidad, mediante las expansiones angulares de los brazos de manivela. Este tipo de medición es complicado y también impreciso. Además de ello, solo puede enderezarse según el procedimiento conocido, una determinada serie, es decir, una cantidad predeterminada de cigüeñales del mismo tipo. Para ello se establecieron llamadas tablas de laminado de enderezado, según las cuales se endereza mediante laminado entonces cada cigüeñal de la serie a laminar siempre según el mismo esquema. Esto presupone una alta tolerancia de fabricación en los cigüeñales a laminar en profundidad. Las desviaciones individuales de los cigüeñales individuales, en este caso no pueden tenerse en consideración. Se conoce además de ello, del documento mencionado con anterioridad, la modificación continua de la fuerza de laminado profundo por el desarrollo del perímetro de la espiga del cojinete a laminar. El continuo paso de fuerza de laminado profundo mínima a máxima protege en este caso la máquina y las herramientas.

Del documento DE 29 20 889 C2 se conoce además de ello, permitir que oscile la fuerza de laminado profundo.

30 Del documento DE 102 02 564 B4 se conoce un procedimiento para el laminado profundo y el laminado de enderezado de un cigüeñal de una serie de cigüeñales de igual tipo, en cuanto que se tienen en consideración los vectores de las curvaturas resultantes debido a la laminación en profundidad en el cigüeñal. Esto se produce debido a que

- comenzando en un extremo de un primer cigüeñal
- el primer punto de alojamiento lamina en profundidad con una primera fuerza de laminado profundo, y además de ello,
- mide los vectores de las curvaturas en todos los cojinetes principales, y entonces
- 35 - de igual manera de forma progresiva lamina en profundidad unos tras otros todos los puntos de alojamiento del cigüeñal con la misma fuerza de laminado profundo, y además de ello,
- mide los correspondientes vectores de las excentricidades en todos los cojinetes principales y
- conforma a partir de los vectores de las mediciones, una matriz H.

40 En el procedimiento conocido es desventajoso en este caso por su parte, que partiendo de las mediciones, las cuales se llevan a cabo en un primero de una serie de cigüeñales, se obtienen datos, a partir de los cuales se laminan en profundidad todos los demás cigüeñales. Para un laminado de enderezado individual de cigüeñales individuales, no es adecuado el procedimiento conocido. A ello se suma, que mediante la conformación de matrices, el esfuerzo de cálculo para el laminado profundo y el laminado de enderezado, es muy alto. Esto requiere capacidades de cálculo ampliadas en el control de la máquina o amplía y encarece correspondientemente el control de la máquina. Del documento EP 0 275 876 A2 se conoce un procedimiento para el laminado de enderezado de cigüeñales, con la ayuda de herramientas de laminado profundo, particularmente de rodillos de laminado profundo, los cuales, mientras el cigüeñal se gira alrededor de su eje de giro, se presionan con fuerza de laminado de enderezado de cambio continuo por el perímetro de una espiga del cojinete, a los puntos de penetración o radios, los cuales delimitan la espiga del cojinete a ambos lados. Durante o tras el laminado profundo, se determina en cada cojinete principal del cigüeñal, un vector individual de la excentricidad según el tamaño y la dirección. Tras la determinación de los vectores, se llevan a cabo procesos de enderezado en dos planos que se encuentran perpendiculares entre sí.

55 La tarea de la presente invención consiste en proponer un procedimiento para el laminado enderezado, el cual, con un esfuerzo de cálculo reducido para el control, permita un enderezamiento individual de cada cigüeñal individual. De esta manera pueden procesarse pequeñas series de manera económica y con una alta exactitud, y tenerse en consideración diferencias metalúrgicas, así como producidas por los procesamientos anteriores, en el caso de cada cigüeñal individual.

La tarea se soluciona debido a que

- a partir de los vectores individuales se determina el mayor o el vector resultante, y entonces,
- se laminan en superficie la espiga del cojinete principal y la del cojinete de elevación del cigüeñal, con una fuerza de laminado de enderezado, que se encuentra en la dirección del mayor o del vector resultante y que se encuentra en la magnitud entre los valores 0 y una magnitud multiplicada del mayor o del vector resultante.

Dado que la mayor excentricidad en un cigüeñal puede comprobarse predominantemente en una única espiga del cojinete principal, mientras que las excentricidades en el resto de las espigas principales se desvían de ésta, es ventajoso, cuando se modifica la magnitud de la fuerza de laminado de enderezado de espiga de cojinete a espiga de cojinete. Esto quiere decir, que las espigas de cojinetes principales y de elevación próximas al reborde y al vástago del cigüeñal, se mecanizan por ejemplo, con otra fuerza de laminado de enderezado, que las espigas de cojinetes principales y de elevación próximas a la espiga de cojinete con la mayor excentricidad.

Es ventajoso cuando se ejerce la mayor fuerza de laminado de enderezado sobre la espiga de cojinete, en la cual se midió la mayor excentricidad.

El procedimiento también es adecuado para llevar a cabo el laminado de enderezado en proceso, es decir, durante el laminado profundo. No ha de esperarse por lo tanto al resultado del laminado profundo, para llevar a cabo después la operación de laminado de enderezado, sino que pueden obtenerse ya datos durante el laminado profundo, los cuales pueden combinarse entre sí de inmediato para el laminado profundo y el laminado de enderezado.

El vector de la mayor excentricidad se mide durante o tras el laminado profundo mediante medición en la espiga del cojinete principal. El vector de la excentricidad resultante del cigüeñal se determina durante o tras el laminado profundo mediante adición vectorial de los vectores individuales de las excentricidades.

Puede dividirse también la totalidad de la longitud axial de un cigüeñal en secciones longitudinales individuales, y enderezarse con rodillos por separado las secciones longitudinales individuales. Una forma de proceder de este tipo se ofrece cuando han de enderezarse con rodillos cigüeñales, los cuales tienen una excentricidad en S. Las excentricidades en S se observan por ejemplo más a menudo en cigüeñales de motores en V de varios cilindros.

Para la determinación de la excentricidad en cigüeñales, se adecua por ejemplo una instalación, como se conoce del documento DE 100 60 219 B4. La instalación dispone de una pluralidad de sensores de medición, los cuales, para la medición de las excentricidades individuales, se hacen descender hacia las espigas de cojinete principal del cigüeñal. Los valores medidos se integran directamente en el control de la máquina.

A continuación, se explica la invención con mayor detalle mediante un ejemplo de realización. Muestran respectivamente en un recorte y a una escala reducida,

- La Fig. 1 una sección longitudinal a través de una máquina de laminado profundo para cigüeñales,
- La Fig. 2 una instalación de medición para la determinación de las excentricidades en vista anterior,
- La Fig. 3 la instalación de medición de la Fig. 2 en vista lateral, y
- La Fig. 4 una sección a través de una espiga de cojinete principal H_i cualquiera de un cigüeñal con la representación de la excentricidad resultante y la fuerza de enderezado con rodillos,
- La Fig. 5 una sección a través de una espiga de cojinete principal H_i cualquiera de un cigüeñal con la representación de la mayor excentricidad y la fuerza de enderezado con rodillos,

Para la detección de la "curvatura" de un cigüeñal 8, 8', se mide su excentricidad. Durante la medición de la excentricidad se miden la mayor desviación (μm) y la dirección ($^\circ$) de la mayor desviación en los cojinetes principales H_1 a H_5 . El resultado puede ser por ejemplo, 268/177; esto significa 268 μm de excentricidad con ángulo de 177°. La indicación angular se refiere al sistema de coordenadas 9 del cigüeñal 8, 8' y está definida de manera uniforme para todos los tipos de cigüeñales. La dirección del cojinete de biela P_4 de mayor valor, según el sistema numérico desde la espiga 10, se encuentra en 0°. La dirección de giro 20 del cigüeñal 8, 8' durante la laminación en profundo, vista dirigida hacia el mandril 11 de la máquina de laminado profundo 12, es en contra del sentido horario. La dirección de conteo angular, referida a la pieza de trabajo cigüeñal 8, 8', es en dirección horaria.

En la Fig. 1 hay sujetado en una máquina de laminado profundo 12, por ejemplo, un cigüeñal 8 de 3 cilindros, entre el mandril 11 y el husillo de trabajo hueco 13. En las espigas de cojinete principal H_1 , H_2 , H_3 y H_4 se laminan en profundidad los puntos de penetración 14 y 15 con la ayuda de herramientas de laminado en profundo 1, 3, 5 y 7. En las espigas del cojinete de elevación P_1 , P_2 y P_3 se laminan en profundidad los puntos de penetración 16 y 17 con las herramientas de laminado en profundo 2, 4 y 6. Cada herramienta de laminado en profundo 1 a 7 consiste en un cabezal de rodillo de apoyo 1', 2', 3' con rodillos de apoyo 33 (Fig. 3) y en un cabezal de rodillo de laminado profundo 4', 5', 6' y 7'. Los rodillos de laminado profundo 18 y 19 penetran durante el laminado profundo de los cojinetes principales H_1 a H_4 en los puntos de penetración 14 y 15, y al laminarse en profundidad los cojinetes de elevación P_1 a P_3 , en los puntos de penetración 16 y 17. Durante el laminado en profundo, el cigüeñal 8 es girado por el mandril 11 en dirección de la flecha 20 alrededor de su eje de giro principal 21.

En la Fig. 3 se indica la posición de los rodillos de laminado profundo 18 o 19 y de los rodillos de apoyo 33 durante el laminado en profundo y de enderezado, de manera correspondiente al laminado en profundo y de enderezado en proceso.

5 Para la medición de la excentricidad sirve por ejemplo, una instalación de medición 22, la cual puede girarse alrededor de un eje de giro 23. La instalación de medición 22 presenta, dispuestos en una fila, varios sensores de medición 24, los cuales mediante el giro de la instalación de medición 22 alrededor del eje de giro 23, se hacen descender a las espigas de cojinete principal H_1 a H_5 , de por ejemplo, un cigüeñal 8' de 4 cilindros. Mediante el giro del cigüeñal 8' en la dirección 20, se determinan las excentricidades individuales 34 a 38 en el correspondiente cojinete principal H_1 a H_5 según tamaño y dirección, ángulos 39 a 42.

10 Mediante adición vectorial, la cual se lleva a cabo en el control de la máquina (no mostrado), se determina a través de las excentricidades individuales 34 a 38, la excentricidad 25 resultante según tamaño y dirección 26.

15 La excentricidad 25 resultante provoca entonces en las herramientas de laminado profundo 1 a 7, una fuerza de laminado de enderezado 27, la cual se corresponde en la magnitud con el vector 25 resultante y su dirección 26. Las fuerzas de laminado de enderezado 27 y 30 están dirigidas siempre hacia el punto central 31 de la correspondiente espiga de cojinete H_1 a H_5 o P_1 a P_4 . En el punto 29 opuesto al punto de incidencia 28 de la mayor fuerza de laminado de enderezado 27, de la espiga de cojinete H_i o P_i , la fuerza de laminado de enderezado 30 es por ejemplo, igual a "0". Por el perímetro de las espigas de cojinete H_i a P_i , las fuerzas de enderezado de laminado 30 descienden de forma continua, como se desprende del contorno 32. Desviándose del ejemplo mostrado en la Fig. 4, donde la fuerza de laminado de enderezado adopta en el punto 29 el valor "0", puede adoptar en el mismo punto también un valor finito, el cual se corresponde con una proporción de la fuerza de laminado de enderezado 27 máxima.

20 En comparación con el ejemplo de procedimiento descrito anteriormente, un procedimiento simplificado frente a éste, puede conducir también al objetivo. Un procedimiento correspondiente se representa en la figura 5. En este caso se midieron durante o tras el laminado profundo en las espigas de cojinete principal H_1 , H_2 , H_3 y H_4 individuales, las excentricidades individuales 44, 45, 46 y 47. Entre ellas, la excentricidad individual 45 es en tamaño y dirección 48, la mayor. Con una fuerza de laminado de enderezado 49 correspondiente a esta excentricidad individual 45, se endereza mediante laminado el cigüeñal 8, 8' ahora por ejemplo, en la espiga de cojinete principal H_2 o en una espiga de cojinete de elevación P_1 o P_2 , adyacente a la espiga de cojinete principal H_2 . Esta fuerza de laminado de enderezado 49 adopta también valores entre un valor x-ésimo de la mayor excentricidad 45 y el valor "0". El desarrollo de la fuerza por el perímetro se indica mediante la línea 50.

30 Como se ha descrito anteriormente, la excentricidad 45 más alta es determinada por el control de la máquina. El tipo de desarrollo de procedimiento, el cual ha de usarse de forma preferida, o bien según la Fig. 4 o según la Fig. 5, se determina anteriormente mediante una prueba. El desarrollo de procedimiento preferido puede determinarse no obstante también, mediante un control de máquina complejo, y también directamente durante el proceso, y aplicarse.

35 Lista de referencias

| | | |
|----|-------------------------|--|
| | H_1, H_2, H_4 y H_5 | Espigas de cojinete principal (H_i) |
| | H_3 | Espiga de cojinete de ajuste |
| | P_1, P_2, P_3 y P_4 | Espigas de cojinete de elevación (P_i) |
| | 1 a 7 | Herramientas de laminado profundo consistentes respectivamente en un cabezal de rodillo de laminado profundo 4', 5', 6', 7', y en un cabezal de rodillo de apoyo 1', 2', 3', |
| 40 | 1'. | Cabezal de rodillo de apoyo para espigas de cojinete principal H_1, H_2, H_4, H_5 |
| | 2'. | Cabezal de rodillo de apoyo para espiga de cojinete de ajuste H_3 |
| | 3'. | Cabezal de rodillo de apoyo para espigas de cojinete de elevación P_1, P_2, P_3 y P_4 |
| | 4'. | Cabezal de rodillo de laminado profundo para espigas de cojinete principal H_2, H_4, H_5 |
| 45 | 5'. | Cabezal de rodillo de laminado profundo para espiga de cojinete principal H_1 |
| | 6'. | Cabezal de rodillo de laminado profundo para espiga de cojinete de ajuste H_3 |
| | 7'. | Cabezal de rodillo de laminado profundo para espigas de cojinete de elevación P_1, P_2, P_3 y P_4 |
| | 8. | Cigüeñal de 3 cilindros |
| | 8'. | Cigüeñal de 4 cilindros |
| 50 | 9. | Sistema de coordenadas |
| | 10. | Espiga |
| | 11. | Mandril |
| | 12. | Máquina de laminado profundo |
| | 13. | Husillo de trabajo hueco |
| 55 | 14. | Punto de penetración |
| | 15. | Punto de penetración |
| | 16. | Punto de penetración |
| | 17. | Punto de penetración |
| | 18. | Rodillo de laminado profundo |
| 60 | 19. | Rodillo de laminado profundo |

ES 2 611 877 T3

| | | |
|----|-----|---|
| | 20. | Dirección de giro del cigüeñal |
| | 21. | Eje de giro principal del cigüeñal |
| | 22. | Instalación de medición |
| | 23. | Eje de giro de la instalación de medición 22 |
| 5 | 24. | Sensor de medición |
| | 25. | Excentricidad resultante según tamaño |
| | 26. | Dirección de la excentricidad resultante |
| | 27. | Mayor fuerza de laminado de enderezado |
| | 28. | Punto de incidencia de la mayor fuerza de laminado de enderezado 27 |
| 10 | 29. | Punto opuesto |
| | 30. | Fuerzas de laminado de enderezado |
| | 31. | Punto central, respectivamente eje de giro de la espiga de cojinete principal H_i o espiga de cojinete de elevación P_i |
| | 32. | Desarrollo de la fuerza de laminado de enderezado |
| 15 | 33. | Rodillo de apoyo |
| | 34. | Excentricidad individual |
| | 35. | Excentricidad individual |
| | 36. | Excentricidad individual |
| | 37. | Excentricidad individual |
| 20 | 38. | Excentricidad individual |
| | 39. | Dirección de la excentricidad individual 34 |
| | 40. | Dirección de la excentricidad individual 35 |
| | 41. | Dirección de la excentricidad individual 36 |
| | 42. | Dirección de la excentricidad individual 37 |
| 25 | 43. | Dirección de la excentricidad individual 38 |
| | 44. | Excentricidad individual |
| | 45. | Excentricidad individual |
| | 46. | Excentricidad individual |
| | 47. | Excentricidad individual |
| 30 | 48. | Dirección de la excentricidad individual 45 |
| | 49. | Fuerza de laminado de enderezado |
| | 50. | Desarrollo de la fuerza de laminado de enderezado |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el laminado de enderezado de cigüeñales con la ayuda de herramientas de laminado profundo, en particular de rodillos de laminado profundo, los cuales, mientras el cigüeñal es girado alrededor de su eje de giro, se presionan con fuerza de laminado de enderezado de cambio continuo por el perímetro de una espiga de cojinete a los puntos de penetración o radios, los cuales delimitan la espiga de cojinete a ambos lados, determinándose durante o tras el laminado profundo, en cada cojinete principal (H_i) del cigüeñal (8, 8'), el vector individual (44, 45, 46, 47) de la excentricidad según el tamaño y la dirección, **caracterizado porque**
- 5 - se determina a partir de los vectores individuales (44, 45, 46, 47) el mayor vector (45) según tamaño y dirección y entonces
- 10 - se enderezan mediante laminado las espigas de cojinete (H_i , P_i) del cigüeñal (8, 8') con una fuerza de laminado de enderezado (46, 50) que se encuentra en la dirección (48) del mayor vector (45) y adopta en el tamaño valores que se encuentran entre el valor 0 y un valor múltiple del tamaño del mayor vector (45).
2. Procedimiento para el laminado de enderezado de cigüeñales con la ayuda de herramientas de laminado profundo, en particular de rodillos de laminado profundo, los cuales, mientras el cigüeñal es girado alrededor de su eje de giro, se presionan con fuerza de laminado de enderezado de cambio continuo por el perímetro de una espiga de cojinete a los puntos de penetración o radios, los cuales delimitan la espiga de cojinete a ambos lados, determinándose durante o tras el laminado profundo, en cada cojinete principal (H_i) del cigüeñal (8, 8'), el vector individual (34, 35, 36, 37, 38) de la excentricidad según el tamaño y la dirección (39, 40, 41, 42, 43), **caracterizado porque**
- 15 - se determina a partir de los vectores individuales (34, 35, 36, 37, 38) el vector (25) resultante según tamaño y dirección (26) y entonces
- 20 - se enderezan mediante laminado las espigas de cojinete (H_i , P_i) del cigüeñal (8, 8') con una fuerza de laminado de enderezado (27, 30) que se encuentra en la dirección (26) del vector (25) resultante y adopta en el tamaño valores que se encuentran entre el valor 0 y un valor múltiple del tamaño del mayor vector (25).
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** se modifica la magnitud de la fuerza de laminado de enderezado (27, 30 o 49, 50) de espiga de cojinete (H_i , P_i) a espiga de cojinete (H_i , P_i).
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el enderezamiento por laminado se lleva a cabo en proceso, es decir, durante el laminado profundo.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** se determina el vector (25) resultante de la excentricidad mediante la adición vectorial de los vectores individuales (34, 35, 36, 37, 38) de las excentricidades.
6. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** se divide la totalidad de la longitud axial de un cigüeñal (8, 8') en secciones de longitud individuales y se enderezan mediante laminado por separado las secciones de longitud individuales.

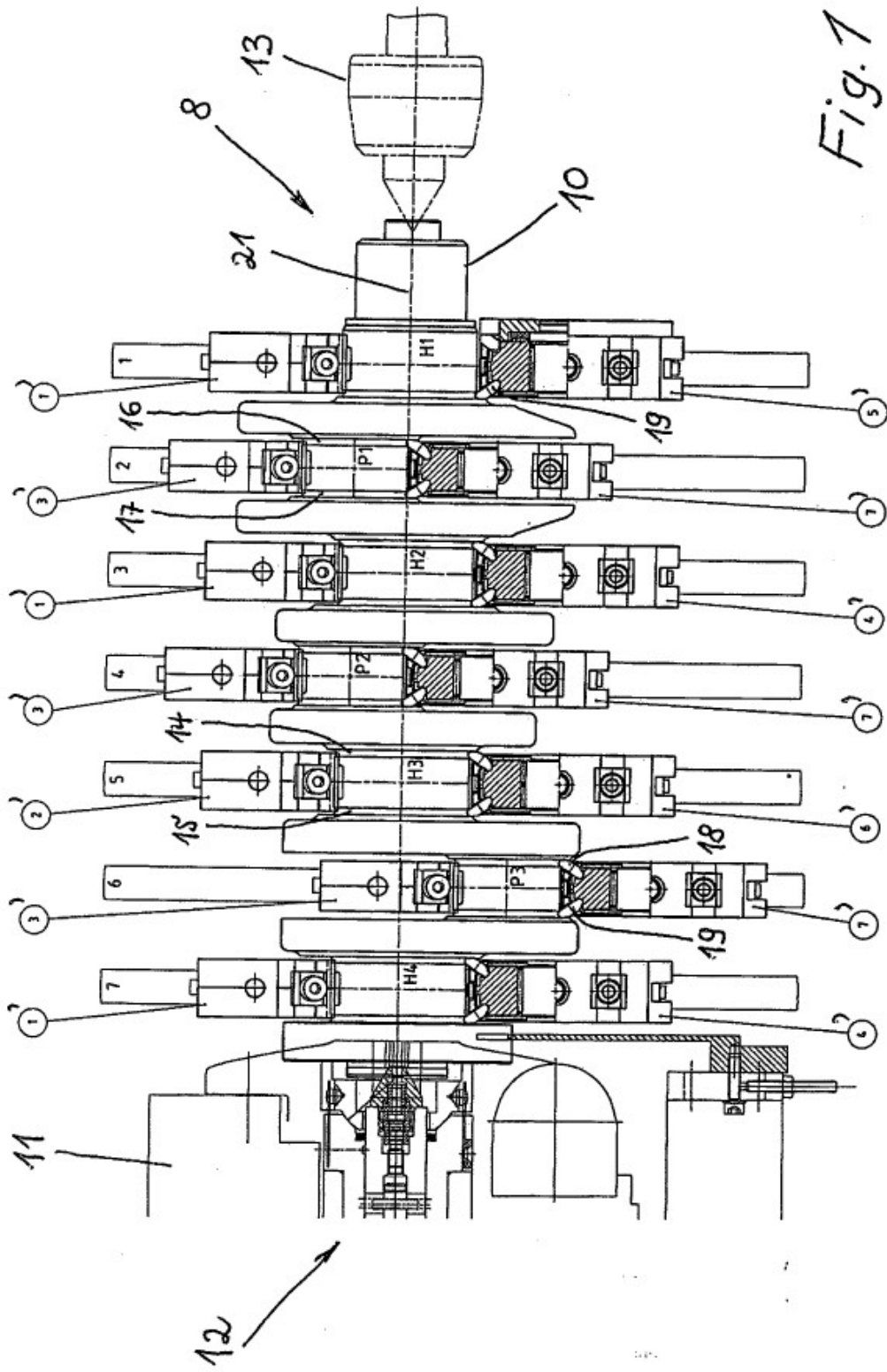
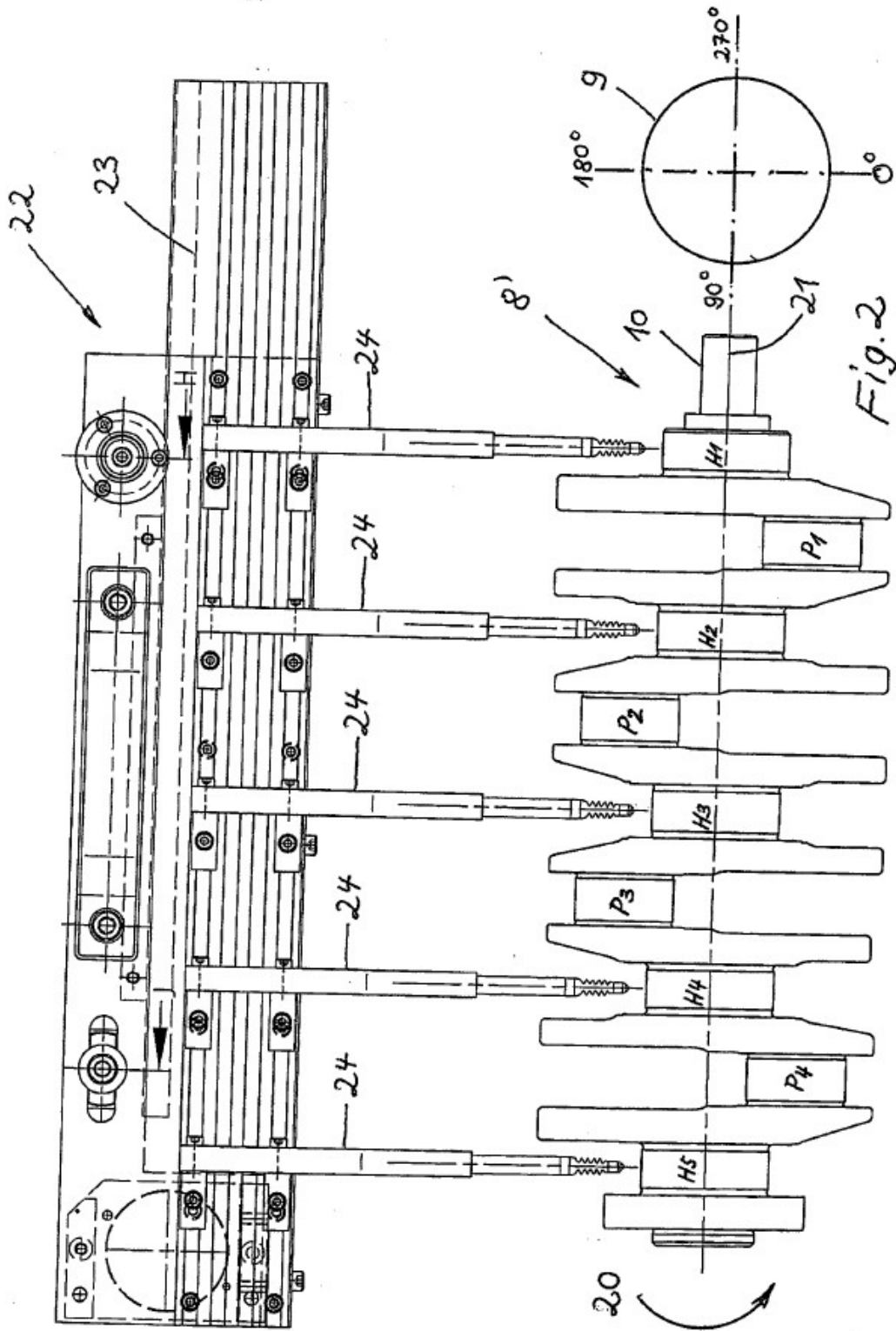


Fig. 1



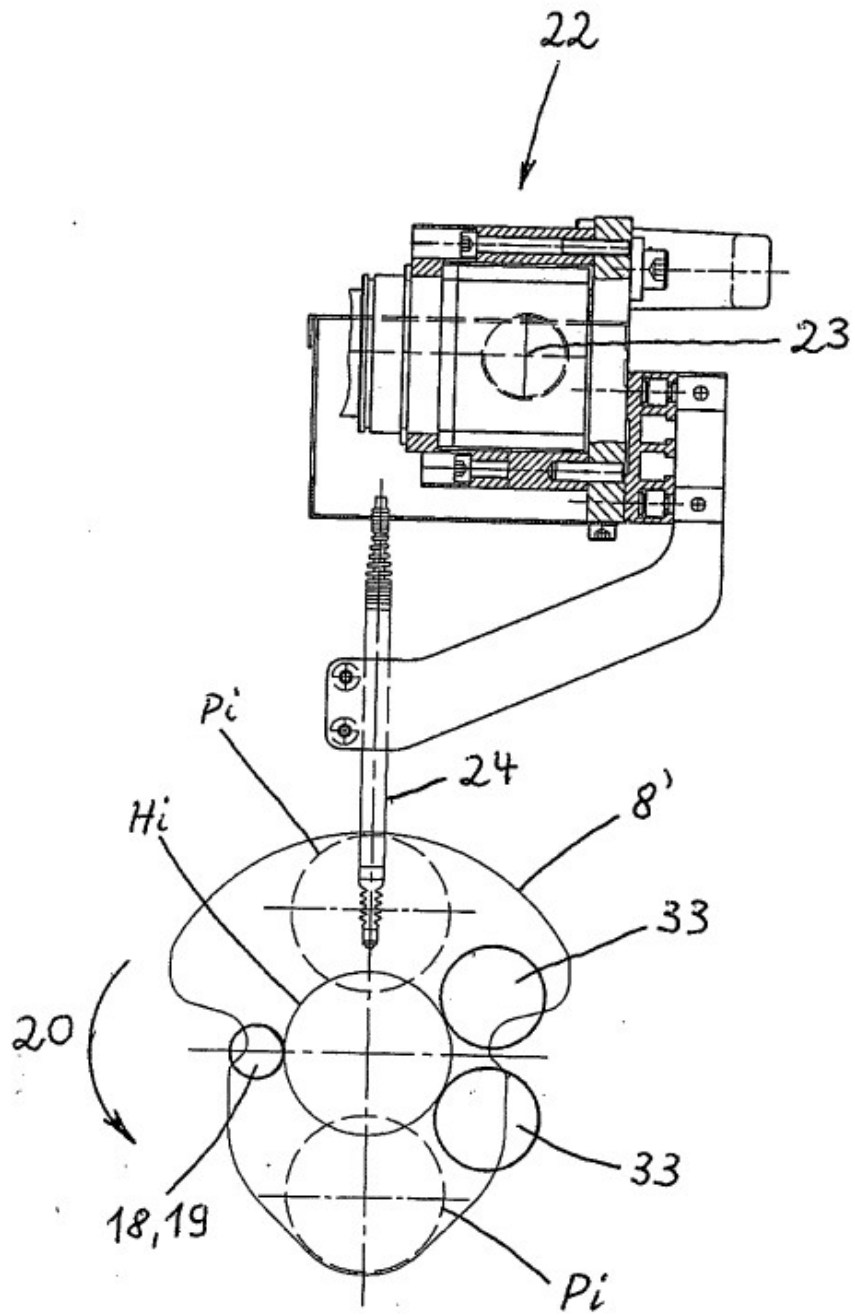


Fig. 3

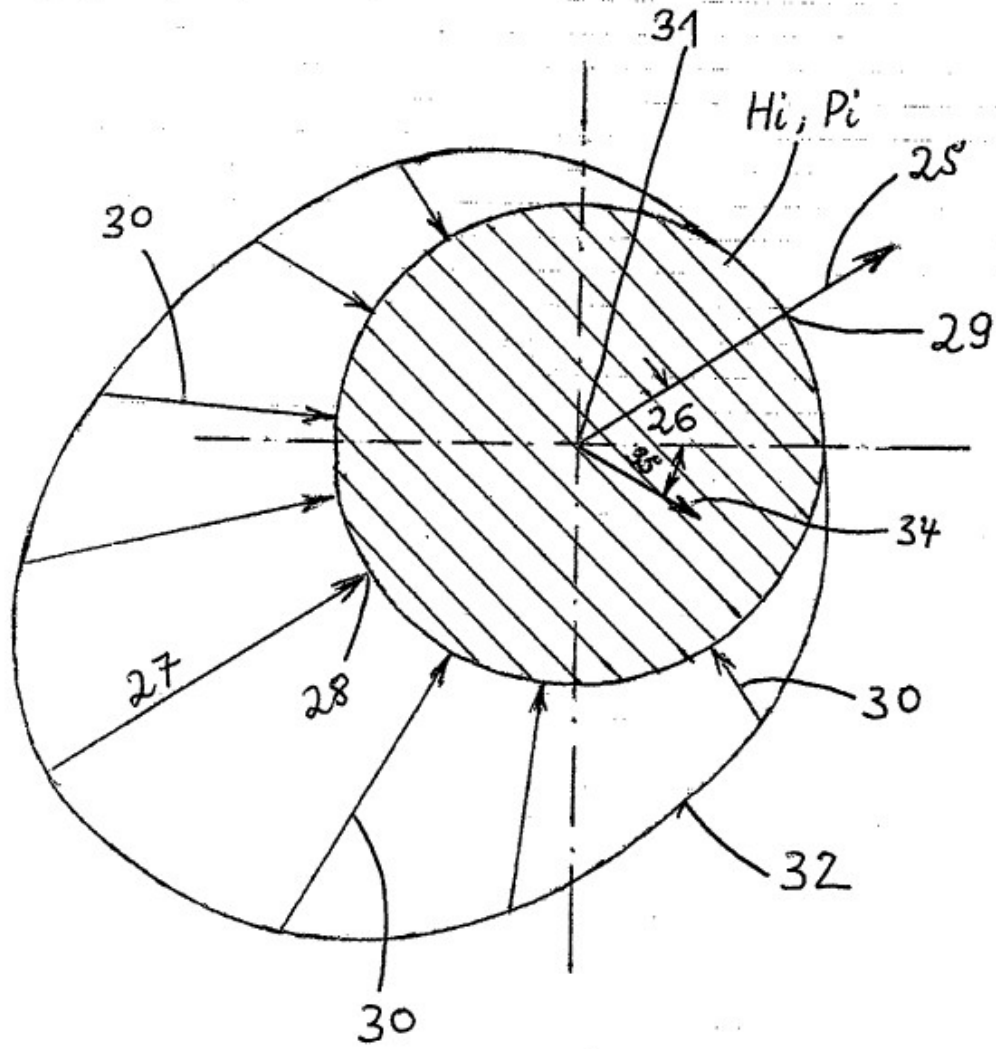


Fig. 4

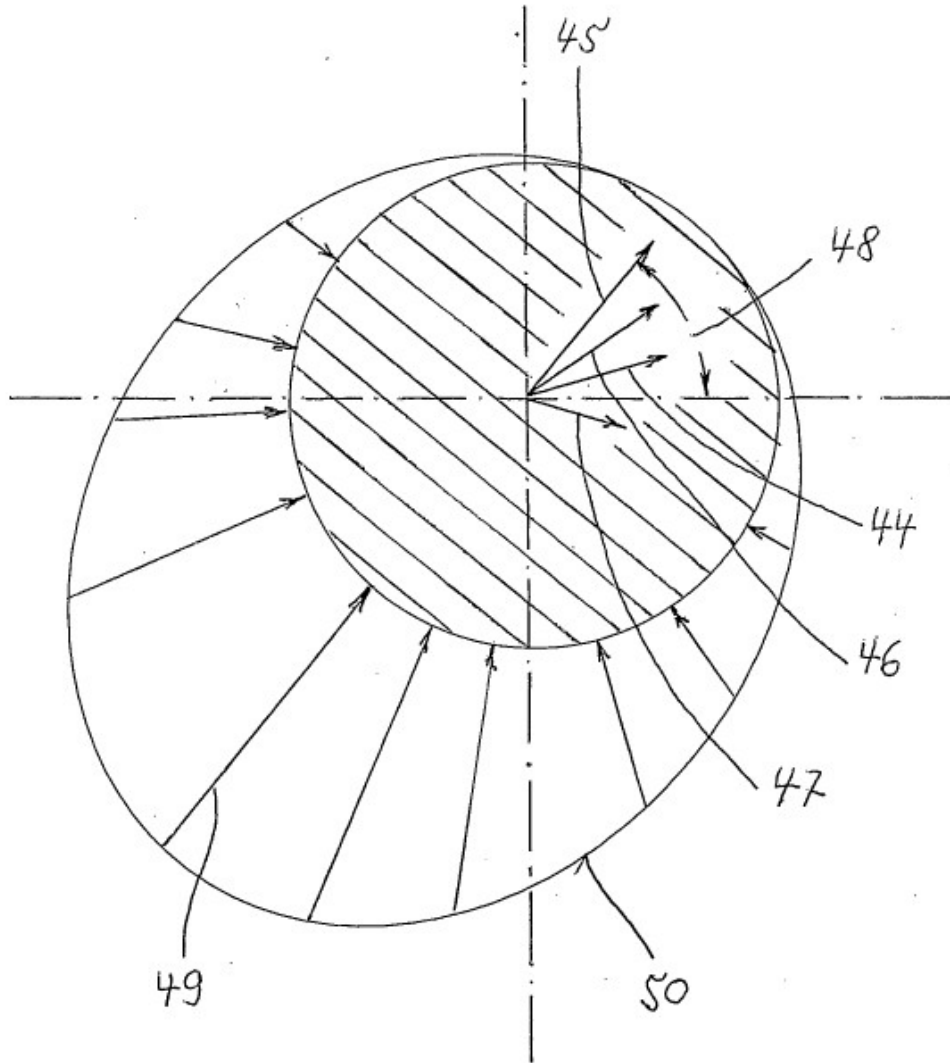


Fig. 5