



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 285 476**

51 Int. Cl.:
B21D 3/05 (2006.01)
C21D 9/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04740428 .0**
86 Fecha de presentación : **29.06.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1641575**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **05.04.2006**

54 Título: **Método para enderezar perfiles calientes.**

30 Prioridad: **30.06.2003 DE 103 29 525**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

73 Titular/es: **Betriebsforschungsinstitut VDEh,
Institut für angewandte Forschung GmbH
Sohnstrasse 65
40237 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es: **Maag, Axel**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 285 476 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).

ES 2 285 476 T3

DESCRIPCIÓN

Método para enderezar perfiles calientes.

5 La invención se refiere a un procedimiento para enderezar un perfil que presenta un alma y al menos una brida, conforme al preámbulo de la reivindicación 1 (véase p.ej. el documento EP-A-0753360), en especial para enderezar soportes en T doble o en U, con ayuda de herramientas de enderezamiento.

10 El acero perfilado sufre con frecuencia deformaciones o alabeos después del laminado en caliente, durante el proceso de enfriamiento. Para eliminar desviaciones provocadas por esto respecto a la forma perfilada deseada y conferir al soporte la deseada rectilínea, se enderezan los perfiles después del laminado en caliente y del enfriamiento. Debido a que las deformaciones se producen durante el enfriamiento, hasta ahora no era posible de forma satisfactoria enderezar los perfiles todavía en estado caliente. Aunque durante el proceso de enderezamiento de los perfiles calientes pueden obtenerse resultados que cumplen la normativa, después del enfriamiento definitivo los perfiles vuelven
15 elásticamente en parte a una forma curvada, que no cumple la normativa.

20 En el estado de la técnica se exige por ello que el perfil se enfríe a temperaturas bajas (véanse por ejemplo los documentos DE 24 56 782 y US 5,060,498). Los perfiles se enfrían para esto en lechos de enfriamiento o fosos de enfriamiento. Esto conduce de forma negativa a retrasos en el tiempo, que conducen en parte a una parada de producción temporal.

25 En tanto que en el estado de la técnica se enderezan perfiles a temperaturas más altas, el perfil se enfría o caliente de forma diferencial para generar tensiones de presión en el alma (véanse los documentos DE 350 01 522 C1 y DE 36 38 816 C1). Después del enderezamiento se iguala la temperatura del alma con la de las bridas, en donde deben eliminarse las tensiones por tracción longitudinal. Sin embargo, estos procedimientos consumen mucho tiempo y energía a causa de la generación allí prevista de gradientes de temperatura a ajustar con precisión. Asimismo pueden producirse deformaciones del perfil a causa de contracción del alma durante el enfriamiento definitivo, que a su vez conducen a que los raíles enfriados a temperatura ambiente no cumplan los requisitos de la normativa. Por ello estos procedimientos tampoco son satisfactorios.

30 La invención se ha impuesto la misión de poner a disposición un procedimiento mejorado, que haga posible enderezar perfiles en estado caliente

35 Esta misión es resuelta mediante el objeto de las reivindicaciones principales. En las reivindicaciones subordinadas se reproducen formas de ejecución ventajosas.

40 El procedimiento de enderezamiento conforme a la invención se basa en la idea básica de enderezar los perfiles a temperaturas de perfil de $>70^{\circ}\text{C}$, y precisamente de tal modo que la fuerza de enderezamiento se aplique directamente a la brida del perfil. Por medio de esto se evitan tensiones propias en el perfil que, en caso contrario, generan deformaciones del perfil durante el enfriamiento.

45 Con ello la fuerza de enderezamiento se aplica con preferencia en el lado estrecho de la brida, es decir, en el caso de un perfil con brida orientada verticalmente desde arriba hacia abajo. Sin embargo, conforme a la invención una fuerza de enderezamiento no sólo tiene que aplicarse en una dirección y en un punto. En el marco de la invención pueden aplicarse fuerzas de enderezamiento, por ejemplo a través de cilindros de tipo peine, tanto a la "superficie principal" lateral de la brida como al lado estrecho de la brida, exactamente igual a como pueden aplicarse a la "superficie principal" lateral.

50 La invención se basa en el reconocimiento de que la modificación de forma observada en el estado de la técnica de los perfiles enderezados en caliente, después del enfriamiento, estriba en el contenido diferencial de cantidades de calor del perfil todavía caliente. En la región de transición del alma a la brida (raíz de alma) se encuentra una elevada concentración másica con superficie reducida que, en comparación con las masas adyacentes, se enfría más despacio. En consecuencia presenta una temperatura mayor que el resto del perfil. Influencias conformadoras en el ulterior proceso de enfriamiento modifican la temperatura y pueden generar distribuciones de tensión dependientes
55 de la temperatura. En el caso de un enderezamiento convencional, en el que los discos de enderezamiento aprisionan el alma en la región de las raíces de alma, los discos de enderezamiento imponen al alma las flexiones alternativas prefijadas mediante la aplicación de discos de enderezamiento, cuyos movimientos de vaivén se transmiten a la brida y finalmente generan el perfil recto deseado, con las prefijaciones de aplicación reducidas en la dirección de circulación.

60 En el caso de enderezamiento en caliente la mayor temperatura de la región de raíces de alma fuerza una tensión de fluencia específica del material, que se tiene en cuenta mediante una aplicación adaptada para el proceso de enderezamiento en caliente (con la técnica de enderezamiento convencional). El enderezamiento convencional genera en los perfiles distribuciones de tensión propia, que se diferencian de las del estado de salida. En especial en la región de raíces de alma se producen picos de tensión propia, con valores que pueden estar dentro del margen de la tensión de fluencia y por encima de éste.
65

En tanto que con el procedimiento de enderezamiento convencional se enderezan perfiles en estado caliente, se generan siempre tensiones propias en determinada medida. El enfriamiento subsiguiente modifica la distribución de

ES 2 285 476 T3

tensión y los valores de tensión, lo que tiene como consecuencia los alabeos del perfil enderezado conocidos y observados en el estado de la técnica.

5 Para crear perfiles rectos en el caso de mayores temperaturas y obtener este perfil recto incluso después del enfriamiento, conforme a la enseñanza de la invención no se genera ninguna tensión propia a la hora de enderezar en la región de transición entre el alma y la brida y en el propio alma, mediante la aplicación de la fuerza de enderezamiento a la brida, que tenga como consecuencia la influencia negativa de las características de producto y de la rectilínea de los perfiles. Mediante la aplicación de fuerza a la brida se mantiene más bien el estado de tensión no problemático en el alma y en las raíces de alma, y el estado de tensión propia en la brida sólo se modifica de forma insignificante.
10 Por ello no cabe esperar una modificación negativa, obligada por el enfriamiento, del estado de tensión en el perfil enfriado.

15 Mediante el procedimiento conforme a la información es posible, de forma ventajosa, mecanizar ulteriormente los perfiles todavía en estado caliente a continuación del procedimiento de laminado en caliente. Esto conduce a un considerable ahorro de tiempo y evita paradas de producción. Asimismo es posible la mecanización del acero todavía caliente con poco consumo de energía, de tal modo que también de este modo puede ahorrarse energía.

20 Mediante el procedimiento conforme a la invención se enderezan perfiles con un alma y al menos una brida. Los perfiles de este tipo son en especial soportes en T, soportes en doble T, perfiles en U y alas perfiladas en forma de T, en donde la brida forma en todos los tipos de perfil con preferencia un ángulo de 90° con respecto al alma, aunque también son posibles sin más otras orientaciones.

25 Los perfiles se enderezan a temperaturas de perfil de más de 70°C, de forma especialmente preferida a temperaturas superiores a 100°C. Sin embargo, el procedimiento conforme a la invención hace también posible el enderezamiento a mayores temperaturas, así por ejemplo también a unos 200°C y más. Existen diferentes posibilidades de establecer y determinar la temperatura del perfil. Este término debe entenderse por tanto de forma amplia. El término temperatura del perfil puede contener por ejemplo la temperatura superficial de las raíces de alma y la temperatura en las raíces de alma. Asimismo puede comprender también la temperatura superficial del alma y de las aristas de soporte o la temperatura en estos elementos perfilados. Asimismo la temperatura del perfil puede determinarse también mediante
30 la inclusión de la temperatura de varios de estos elementos perfilados. De este modo puede determinarse la temperatura del perfil por ejemplo mediante la medición del desarrollo de temperatura en todo el perfil o mediante la medición de la temperatura en algunos de los elementos perfilados. Un procedimiento usado con frecuencia para determinar la temperatura del perfil es por ejemplo el escaneado de temperatura. Con ello se detecta la temperatura mediante un aparato de medición de temperatura dispuesto de forma móvil sobre la arista de soporte, la raíz de alma, el alma y de nuevo la otra raíz de alma y la otra arista de soporte. A partir del desarrollo de temperatura medido se determina la temperatura del perfil, en donde las temperaturas en las raíces de alma pueden tener un mayor peso. Como temperatura del perfil puede entenderse por ello también, conforme a la invención, el resultado de un escaneado de temperatura de este tipo.

40 Conforme a un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento conforme a la invención se aplican las fuerzas de enderezamiento a la brida, a través de una superficie de envuelta de la herramienta de enderezamiento, que está inclinada con relación a la superficie de la brida, sobre la que actúa esta herramienta de enderezamiento. Un dispositivo de este tipo se describe por ejemplo en el documento DE 195 25 513 A1.

45 Las herramientas de enderezamiento, en especial los discos de enderezamiento, están configuradas por ejemplo al menos parcialmente troncocónicamente y transmiten la fuerza de enderezamiento con su superficie de envuelta cónica a la brida. Las herramientas de enderezamiento pueden estar dispuestas por encima y/o por debajo del producto a enderezar.

50 El ángulo de inclinación de la superficie de envuelta activa se encuentra con preferencia dentro del orden de magnitudes del ángulo de rozamiento entre la superficie de envuelta y la superficie sobre la que actúa la herramienta de enderezamiento; se obtiene después de la siguiente igualdad:

$$55 \quad \mu_{R\text{-disco/perfil}} = \tan \rho$$

60 y otorga una minimización del recalado de la arista de brida. En el caso de un ángulo de rozamiento medido correctamente de la hoja de envuelta se generan en la brida tensiones transversales, que actúan en contra de la tensión transversal de rozamiento que actúan en la superficie de contacto y de este modo impiden un recalado de la arista de brida. El ángulo de inclinación es con preferencia de 5°.

65 El punto de corte de las líneas de envuelta del disco de enderezamiento lejos del accionamiento está situado con preferencia lejos del accionamiento y el punto de corte del disco de enderezamiento cerca del accionamiento está situado cerca del accionamiento.

Para evitar, según cada fuerza de enderezamiento curvados hacia fuera de la brida en la horizontal con relación a la posición de enderezamiento, los discos de enderezamiento presentan con preferencia superficies que soportan la brida, que se encuentran en el lado del alma y/o en el lado de la brida alejado del alma. Según esto las herramientas de

ES 2 285 476 T3

enderezamiento configuradas como discos de enderezamiento poseen con preferencia una sección transversal axial en forma de U o en forma de T. Las superficies que soportan la brida engranan en cada caso alternativamente por fuera y por dentro con la brida.

5 Para poder enderezar con una pareja de rodillos de enderezamiento perfiles de brida o ala de diferente dimensión, sin cambiar de disco de enderezamiento, son apropiados discos de enderezamiento con una sección transversal axial de tipo peine.

10 Un disco de enderezamiento de este tipo se compone después, con preferencia de forma enteriza, de discos aislados entre los cuales se encuentran las superficies de envuelta activas, inclinadas conforme a la invención con relación a la horizontal, y cuyas superficies laterales soportan la brida o el alma en la posición de enderezamiento por uno o ambos lados.

15 No es necesario que todas las herramientas de enderezamiento estén dotadas de la superficie de envuelta activa. De este modo sólo pueden estar dispuestas herramientas de enderezamiento en el lado de entrada con superficie de envuelta activa, que discurre inclinada con relación al eje de enderezamiento. En caso extremo es suficiente en cada caso una herramienta de enderezamiento o pareja de de herramientas configurada adecuadamente por encima o por debajo del producto a enderezar en mutua proximidad. Por debajo del producto a enderezar pueden estar dispuestas también herramientas de enderezamiento configuradas de este modo sólo en la región de salida.

20 Las superficies de envuelta u oblicuas usadas con el procedimiento conforme a la invención permiten un nivel máximo de precisión de enderezamiento a la hora de enderezar los perfiles calientes. Evitan en especial la aparición de recalcados de brida y abombamientos dirigidos hacia fuera en la región de las aristas de brida y conservan el estado de tensión propia positivo del perfil no enderezado, provocado por el laminado en caliente de los perfiles.

25 A continuación se explica con más detalle la invención con base en las figuras. Los dibujos muestran en la fig. 1 la representación esquemática de un dispositivo de enderezamiento usado con preferencia con el procedimiento conforme a la invención, con una pareja superior de discos de enderezamiento, parcialmente en un corte longitudinal axial,

30 la fig. 2 una representación aumentada de una parte de los dos discos de enderezamiento,

la fig. 3 un dispositivo de enderezamiento con guiado de brida exterior,

35 la fig. 4 la representación aumentada de una parte de los dos discos de enderezamiento,

la fig. 5 un corte longitudinal axial a través de un rodillo de enderezamiento para enderezar apoyado por brida en el caso de diferentes dimensiones de soporte,

40 la fig. 6 una parte del rodillo de enderezamiento según la fig. 5,

la fig. 7 un casquillo de enderezamiento con parte central cilíndrica en un corte longitudinal axial,

45 la fig. 8 una parte del casquillo de enderezamiento según la fig. 7 en representación aumentada y

la fig. 9 un casquillo de enderezamiento cilíndrico.

El dispositivo de enderezamiento se compone de un accionamiento 1 no representado con más detalle en sus partes aisladas, al que está unido un árbol 2 sobre el que están dispuestos dos discos de enderezamiento 3, 4 por encima de un soporte en doble T 5. Este presenta un alma 5a así como dos bridas 5b y 5c. Los discos de enderezamiento 3, 4 poseen - en dirección axial - una sección transversal en forma de T y se componen de una parte 6 en forma de disco circular, que engrana en cada caso con el lado interior de las dos bridas, aunque que no hace contacto con el alma de la brida, y que se transforma en un suplemento 7 troncocónico. Los suplementos 7 troncocónicos están orientados con sus superficies de pequeño diámetro 8 en cada caso hacia fuera y están unidos en arrastre de fuerza, a través de sus superficies de envuelta, a las aristas de brida. Con ello discurre la superficie o línea de envuelta 9 con un ángulo ρ con relación a la superficie del lado estrecho de la brida o a la horizontal o a los casquillos separadores 10. Los casquillos separadores 10 sirven para ajustar la distancia de los discos de enderezamiento a la altura de perfil (distancia de brida) del soporte a enderezar. De forma correspondiente a esto se obtiene entre la línea de envuelta 9 y la superficie lateral estrecha de las bridas el ángulo de inclusión ρ . La altura Z de los suplementos troncocónicos debe dimensionarse de tal modo que se apoyen los lados estrechos de las bridas en toda su altura.

Los discos de enderezamiento 11, 12 de las figs. 3 y 4 están dispuestos y estructurados en principio del mismo modo que en el caso de las figs. 1, 2; sin embargo soportan las bridas exteriormente y poseen superficies de suplemento 7 cónicas, cuyas superficies de gran diámetro 13 están dirigidas hacia dentro o vueltas unas hacia las otras. De este modo se obtiene entre las superficies o líneas de envuelta 9 y la horizontal o los lados estrechos de la brida soporte, en cada caso el mismo ángulo de inclusión que en el caso de los discos de enderezamiento 3, 4 de las figs. 1, 2.

ES 2 285 476 T3

Los rodillos de enderezamiento 15, 16 según las figs. 5, 6 se componen de varios discos aislados 17, 18, 19, 20 que soportan las bridas, unidos con preferencia entre sí de forma enteriza y entre los cuales se encuentra en cada caso una transición 21, 22, 23 troncocónica. De este modo se obtienen entre los discos 16 a 20 estrías 24, 25, 26 para alojar las bridas de soportes con diferentes dimensiones. Las líneas de envuelta de las transiciones troncocónicas 21, 22, 23 producen a su vez, con los lados estrechos de las bridas opuestos a las mismas, el ángulo de inclusión ρ conforme a la invención ya explicado.

El dispositivo de enderezamiento apropiado para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención para enderezar en caliente no tiene que estar equipado en su totalidad con las herramientas de enderezamiento angulares (discos o casquillos de enderezamiento); más bien es suficiente si éste está dispuesto en la región de las máximas amplitudes de flexionado, es decir en el lado de entrada, que conducirían sin la herramienta de enderezamiento conforme a la invención también a los recalcados o desviaciones de masa máximos. Por otro lado, sin embargo, todas las herramientas de enderezamiento anteriores pueden estar configuradas como discos o rodillos multi-disco si, en el caso de enderezamiento con gran división (distancia entre dos ejes de enderezamiento adyacentes) y fuerzas de enderezamiento correspondientemente pequeñas, pueden disponerse por debajo del producto a enderezar casquillos de enderezamiento 28 cilíndricos, que van de brida a brida.

En las figs. 7 a 9 se han representado otras variantes de los dispositivos que pueden usarse con el procedimiento conforme a la invención. Los elementos iguales están marcados con los mismos números de referencia.

Los dispositivos representados permiten la aplicación directa de fuerza a la brida de un perfil, en donde por medio de esto también es posible enderezar perfiles calientes que presenten una temperatura superior a 70°C.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para enderezar un perfil que presenta un alma y al menos una brida, mediante una herramienta de enderezamiento, en el que la fuerza de enderezamiento se aplica directamente a la brida, **caracterizado** porque el perfil en estado caliente se endereza a una temperatura del perfil $> 70^{\circ}\text{C}$.
- 10 2. Procedimiento para producir un perfil que cumpla la normativa, en el que
- mediante laminado en caliente se crea la forma perfilada deseada, y en el que el perfil se endereza mediante un procedimiento conforme a la reivindicación 1.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el perfil se endereza a temperaturas del perfil superiores a 100°C .
- 20 4. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque se aplica la fuerza de enderezamiento, a través de una superficie de envuelta de la herramienta de enderezamiento que está inclinada con relación a la superficie de la brida, sobre la que actúa la herramienta de enderezamiento.
- 25 5. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque las fuerzas de enderezamiento se aplican al lado estrecho de la brida.
- 30 6. Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el perfil se endereza sin ulteriores pasos de calentamiento después del laminado en caliente en estado caliente.
- 35 7. Uso de un dispositivo para enderezar un perfil, que presenta un alma y al menos una brida, con una herramienta de enderezamiento que aplica la fuerza de enderezamiento directamente a la brida del perfil, para enderezar perfiles a temperaturas del perfil de $> 70^{\circ}\text{C}$.
- 40 8. Uso según la reivindicación 7, en donde la herramienta de enderezamiento está dispuesta por encima del producto a enderezar.
- 45 9. Uso según una de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado** porque la superficie de envuelta activa de la herramienta de enderezamiento discurre inclinada con relación a la superficie de la brida, sobre la que actúa la herramienta de enderezamiento.
- 50 10. Uso según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el ángulo de inclinación ρ de la superficie de envuelta activa se encuentra dentro del orden de magnitudes del ángulo de rozamiento entre la herramienta de enderezamiento y la superficie de la brida, sobre la que actúa la herramienta de enderezamiento.

40
45
50
55
60
65

Fig. 1

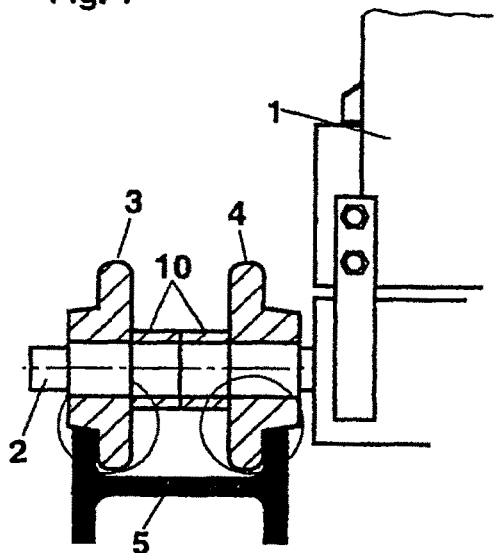


Fig. 2

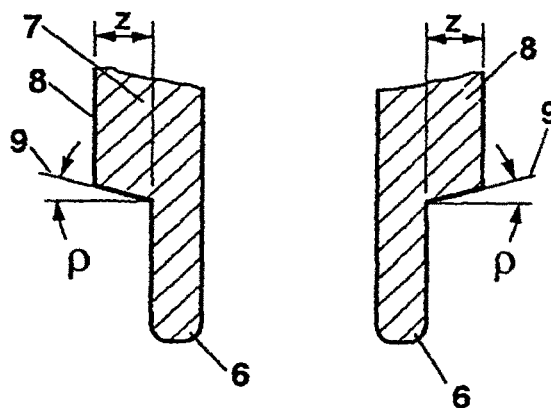


Fig. 3

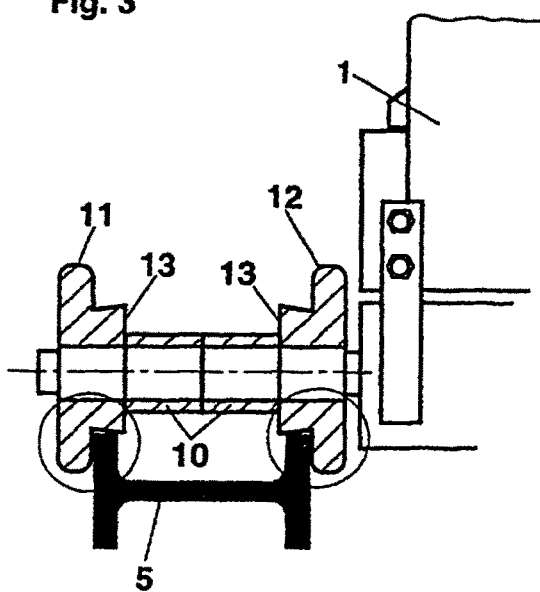


Fig. 4

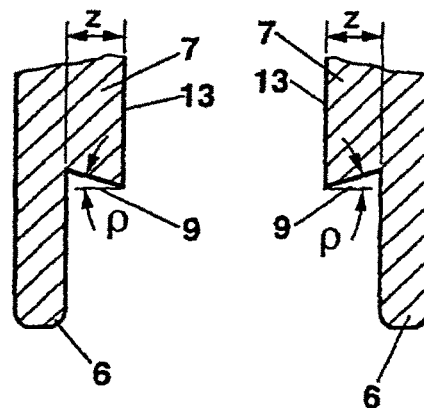


Fig. 5

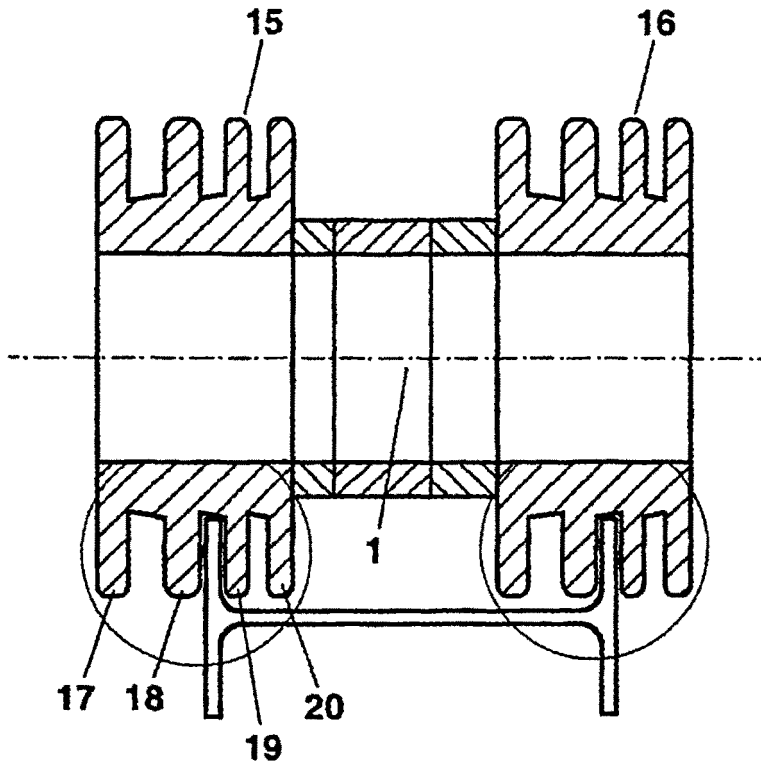


Fig. 6

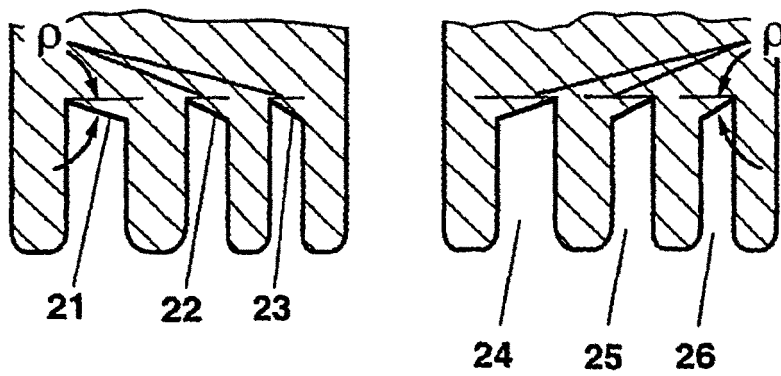


Fig. 7

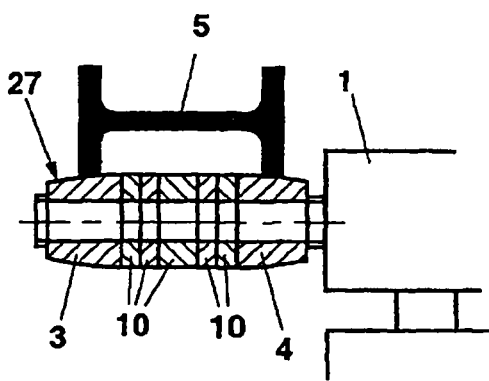


Fig. 8

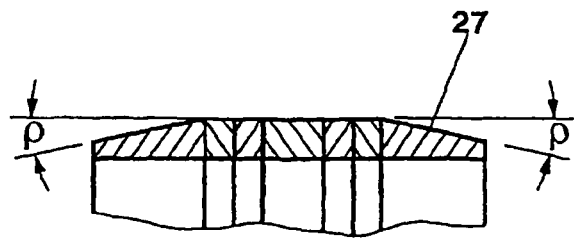


Fig. 9

