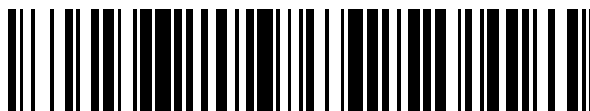


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 364**

51 Int. Cl.:

C21D 9/48 (2006.01)
C21D 6/00 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01)
C21D 1/00 (2006.01)
C21D 1/40 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)
C21D 1/42 (2006.01)
C21D 1/673 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2014 PCT/EP2014/065515**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15011051**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2014 E 14741863 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 3024952**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el endurecimiento parcial de productos semiacabados**

30 Prioridad:

26.07.2013 DE 102013108046

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

17.10.2018

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP STEEL EUROPE AG (100.0%)
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100
47166 Duisburg, DE**

72 Inventor/es:

**SIKORA, SASCHA;
GORSCHLÜTER, JÖRG y
PIERONEK, DAVID**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 686 364 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 y dispositivo para el endurecimiento parcial de productos semiacabados

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado que se compone de un acero endurecible en una herramienta, en el que el producto semiacabado presenta la forma de sección transversal de un perfil abierto o cerrado, en el que el producto semiacabado se coloca en la herramienta abierta, presentando el procedimiento las siguientes etapas:
- 10 - calentar al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado hasta una temperatura por encima de la temperatura Ac_1 del material del producto semiacabado,
 - colocar el producto semiacabado calentado al menos localmente en una herramienta,
 - cerrar la herramienta y aproximar al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo a al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado,
- 15 - enfriar al menos la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado con una tasa de enfriamiento definida, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas enfriadas.

Además, la invención se refiere a un dispositivo para endurecer un producto semiacabado, que presenta la forma de sección transversal de un perfil abierto o cerrado, con al menos dos mitades de herramienta, de modo que el producto semiacabado puede colocarse en la herramienta abierta, en el que está previsto al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo, que está dispuesto de manera móvil con respecto al producto semiacabado colocado y que presenta refrigerante, a través del que la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado puede enfriarse con una tasa de enfriamiento definida, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas enfriadas de manera definida.

25 Para proporcionar componentes diseñados conforme a la carga, es conocido producir productos semiacabados hechos a medida, los denominados "tailored blanks" con diferentes propiedades de materiales, que se componen de distintos materiales o grosores de material soldados entre sí, que garantizan las diferentes propiedades mecánicas. Además es conocido, como alternativa a esto, conseguir diferentes propiedades mecánicas mediante un cambio de microestructura. Para ello se usan materiales de acero endurecible, que se llevan parcialmente hasta una temperatura por encima de la temperatura Ac_1 o del punto de temperatura Ac_3 y a continuación se enfrían rápidamente, de modo que al menos en parte la microestructura austenítica que se encuentra por encima de la temperatura Ac_1 o Ac_3 se convierte en microestructura martensítica. Esta microestructura martensítica puede proporcionar entonces por ejemplo en aceros de manganeso-boro resistencias a la tracción de hasta 2000 MPa en estado endurecido.

30 Por la solicitud de patente japonesa JP 2002-020854 A se conoce por ejemplo un procedimiento para la fabricación de un cuerpo de metal moldeado, que se compone de dos perfiles distintos, componiéndose el componente de un primer y un segundo perfil, habiéndose sometido uno de los perfiles a un proceso de endurecimiento. El componente diseñado conforme a la carga así producido presenta sin embargo además un cordón de soldadura y, por lo tanto, para proporcionar distintas propiedades mecánicas en un componente, debe someterse además a una pluralidad de etapas de trabajo. La rentabilidad de la producción de componentes con propiedades mecánicas conforme a la carga, que proporcionan propiedades mecánicas mediante cambios de microestructura, puede mejorarse en este sentido.

45 Por el estado de la técnica se conoce asimismo el documento WO 2011/026712 A2, que divulga un procedimiento y un dispositivo para el endurecimiento parcial de perfiles abiertos.

50 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento económico para el endurecimiento parcial de productos semiacabados, que presentan la forma de sección transversal de un perfil abierto o cerrado, de modo que puede prescindirse de un endurecimiento completo del producto semiacabado o la previsión de una unión de soldadura para proporcionar diferentes propiedades mecánicas. Además, la presente invención se basa en el objetivo de proponer un dispositivo para la realización del procedimiento.

55 De acuerdo con una primera enseñanza de la presente invención, el objetivo indicado se consigue mediante un procedimiento para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado, presentando el procedimiento las siguientes etapas:

- 60 - calentar al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado hasta una temperatura por encima de la temperatura Ac_1 del material del producto semiacabado,
 - colocar el producto semiacabado calentado al menos localmente en una herramienta,
 - cerrar la herramienta y aproximar al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo a al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado,
- 65

- enfriar al menos la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado con una tasa de enfriamiento definida, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas enfriadas.

5 Se ha mostrado que un endurecimiento parcial de un producto semiacabado, que presenta una forma de sección transversal, que presenta la forma de un perfil abierto o cerrado, puede endurecerse de manera especialmente precisa y localizada en una herramienta mediante elementos de enfriamiento de herramienta activos. El cambio de microestructura se consigue mediante elementos de enfriamiento de herramienta activos que con el producto semiacabado colocado se aproximan a las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado y así endurecen de manera al menos localmente delimitada el producto semiacabado. Es también concebible que el producto
10 semiacabado se caliente completamente hasta una temperatura por encima del punto de temperatura A_{c1} o A_{c3} . Mediante el enfriamiento posterior de las zonas que van a endurecerse con una tasa de enfriamiento definida, es decir, suficiente, para la generación de una microestructura endurecida, existe entonces en las zonas que van a endurecerse una microestructura martensítica al menos en parte, que lleva a un aumento claro de la resistencia del componente/producto semiacabado. Las tasas de enfriamiento que son necesarias para la generación de microestructuras endurecidas, dependen del material respectivo. A este respecto, por regla general existe un límite inferior para la tasa de enfriamiento, que debe mantenerse para la formación de la microestructura endurecida. Este límite inferior de la tasa de enfriamiento, por ejemplo, en el caso de un material de 22MnB5, asciende a 27 K/s. Mediante el procedimiento puede garantizarse en zonas delimitadas localmente, un endurecimiento, para proporcionar un producto semiacabado/componente diseñado conforme a la carga, que se empleará en particular en
20 la construcción de automóviles.

De acuerdo con la invención, el producto semiacabado que va a endurecerse parcialmente presenta al menos un canto, endureciéndose al menos en parte el radio de canto del al menos un canto del producto semiacabado. El radio de canto corresponde de acuerdo con la invención a la zona curvada del canto en perpendicular a la extensión
25 del canto. El radio de canto se extiende en dirección radial preferentemente de manera simétrica a ambos lados del canto y en dirección axial a lo largo del canto. El radio de canto corresponde a la zona del canto del producto semiacabado, que se cubre por un círculo imaginario con un radio correspondiente, determinando la curvatura en el centro del canto el radio imaginario y el punto central del círculo imaginario. El endurecimiento del radio de canto de los cantos da como resultado en particular en el caso de componentes cargados axialmente, un potencial de aumento especial con respecto a la capacidad de absorción de energía en relación con el recorrido de deformación. Cuando el radio de canto se endurece solo en parte en el plano radial, puede ajustarse además la capacidad de absorción de energía. Un comportamiento de deformación definible de manera precisa, puede conseguirse además asimismo mediante el endurecimiento predeterminado de los cantos, es decir, mediante el porcentaje de microestructura endurecida en la microestructura completa. De manera especialmente preferente, el canto o los
30 cantos están endurecidos a lo largo de toda su longitud.

De acuerdo con una primera configuración del procedimiento, la al menos una zona que va a endurecerse discurre al menos en parte axial y/o radialmente en el producto semiacabado y se endurece mediante al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo. Las zonas que van a endurecerse, que discurren axialmente, en un producto
40 semiacabado, tienen la ventaja de que estas aumentan claramente la rigidez del producto semiacabado en dirección longitudinal. En particular, estas llevan, en el caso de componentes cargados axialmente, por ejemplo en el automóvil, a una clara mejora de la capacidad de absorción de energía en dirección axial. Las zonas endurecidas, que discurren radialmente, aumentan por el contrario la resistencia al pandeo del producto semiacabado en las zonas correspondientes. A través de los elementos de enfriamiento de herramienta activos pueden introducirse ambas zonas, tanto radial como axialmente con respecto a las zonas que van a endurecerse de manera muy precisa en el producto semiacabado y garantizarse el endurecimiento de estas zonas.

De acuerdo con otra forma de realización del procedimiento, al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo se encuentra en contacto conductor del calor con la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado y el endurecimiento de la zona que va a endurecerse del producto semiacabado tiene lugar al menos en parte mediante conducción de calor. Las zonas que van a endurecerse pueden delimitarse de este modo de manera muy precisa, no presentando por ejemplo las zonas restantes contacto alguno con el elemento de enfriamiento de herramienta activo y no pudiendo ajustarse ninguna microestructura martensítica o ninguna microestructura martensítica por completo.
50

Preferentemente, de acuerdo con otra forma de realización, el calentamiento al menos local del producto semiacabado tiene lugar mediante el uso de flujo de corriente eléctrica y/o mediante inducción. Mediante flujo de corriente eléctrica, asimismo zonas muy limitadas localmente, pueden llevarse muy rápidamente hasta una temperatura elevada. Esto se cumple también para el calentamiento de las zonas mediante inducción, induciéndose
60 en las zonas que van a endurecerse, que van a calentarse, del producto semiacabado corrientes de Foucault, que llevan asimismo a un calentamiento muy rápido de zonas delimitadas muy localmente del producto semiacabado. Como alternativa es también posible un calentamiento completo del producto semiacabado, por ejemplo en un horno, preferentemente en un horno de paso continuo.

65 Componentes con alta capacidad de absorción de energía axial pueden proporcionarse porque de acuerdo con otra configuración el producto semiacabado presenta al menos en parte la forma de sección transversal de un perfil

poligonal cerrado y se endurece al menos en parte al menos uno de los cantos que discurren axialmente. El endurecimiento de los cantos tiene lugar a este respecto de nuevo mediante endurecimiento al menos en parte de los cantos de radio, tal como se define anteriormente.

- 5 Además, puede ser ventajoso proporcionar distintas zonas endurecidas con diferentes resistencias. Esto puede conseguirse preferentemente porque al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo subdividido axial y/o radialmente en al menos dos segmentos endurece la zona que va a endurecerse. Por un lado, mediante la división del elemento de enfriamiento de herramienta activo en varios segmentos, puede endurecerse una conformación compleja del producto semiacabado con elementos de enfriamiento de herramienta activos sencillos.
- 10 Por otro lado, un elemento de enfriamiento de herramienta activo subdividido en al menos dos segmentos permite que de acuerdo con otra configuración del procedimiento los diferentes segmentos del al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo enfríen las zonas correspondientes del producto semiacabado hasta diferentes temperaturas. Con ello puede generarse también un grado de dureza diferente de las zonas correspondientes a los segmentos del producto semiacabado. Con ello puede conseguirse una flexibilidad adicional en cuanto a un diseño conforme a la carga del producto semiacabado.
- 15

Para permitir un comportamiento de enfriamiento especialmente controlado de las zonas del producto semiacabado que van a endurecerse, calentadas hasta por encima de la temperatura A_{c1} , de acuerdo con otra configuración del procedimiento, las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado se enfrían mediante contacto conductor del calor de la herramienta con zonas que limitan con las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado con una tasa de enfriamiento definida, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado. En otras palabras, de manera adyacente a las zonas que van a endurecerse se produce un contacto conductor del calor entre la herramienta y las zonas colindantes del producto semiacabado, de modo que a través de flujo térmico pueden enfriarse muy rápidamente también las zonas que van a endurecerse. La invención se aprovecha de que las piezas de acero presentan en general una conductividad térmica muy alta y con ello también mediante el contacto conductor del calor de zonas adyacentes de las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado puede tener lugar un fuerte enfriamiento de las zonas que van a endurecerse. Para ello pueden usarse por ejemplo superficies activas enfriadas de la herramienta.

20

25

30 Para favorecer el proceso de enfriamiento, puede atravesarse de manera acumulativa o alternativa la herramienta de acuerdo con otra configuración del procedimiento al menos en parte con un medio refrigerante, que se encuentra al menos en parte en contacto directo con el producto semiacabado o en contacto conductor del calor con el producto semiacabado, para enfriar el producto semiacabado. Preferentemente se produce un producto semiacabado con al menos una zona de canto endurecida para una estructura o carrocería de un automóvil. Este producto semiacabado puede emplearse por ejemplo de manera especialmente adecuada como perfil cargado por fuerza axialmente en una estructura de automóvil o carrocería. Presenta una capacidad de absorción de energía especialmente alta emparejada con un corto recorrido de deformación.

35

40 Preferentemente se endurece parcialmente un producto semiacabado de un acero de manganeso-boro, un acero de doble fase o un acero de austenita retenida (TRIP), siendo posibles en los productos de acero mencionados aumentos de resistencia especialmente adecuados.

De acuerdo con una segunda enseñanza de la presente invención, el objetivo indicado se consigue también mediante un dispositivo para endurecer un producto semiacabado que presenta la forma de sección transversal de un perfil abierto o cerrado porque está previsto al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo, que está dispuesto de manera móvil con respecto al producto semiacabado colocado y que presenta refrigerante, a través del que la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado puede enfriarse con una tasa de enfriamiento definida o suficiente, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas enfriadas de manera definida. Los elementos de enfriamiento de herramienta activos previstos en la herramienta para el endurecimiento de la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado permiten, después de colocar el producto semiacabado, una precisión de repetición muy precisa con respecto a las zonas que van a endurecerse.

45

50

De acuerdo con la invención, el al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo presenta medios de guía para un medio refrigerante, que están formados por ejemplo como canales de refrigerante, a través de los que puede fluir un medio refrigerante en forma de fluido, tal como por ejemplo agua o un gas refrigerante. Mediante estos medios refrigerantes puede controlarse activamente la tasa de enfriamiento de las zonas de la herramienta que se encuentran en contacto con los elementos de enfriamiento de herramienta activos, por ejemplo mediante la temperatura respectiva de los medios refrigerantes.

55

60

De acuerdo con una primera configuración del dispositivo, el al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo discurre al menos en parte axial y/o radialmente con respecto al producto semiacabado que va a endurecerse parcialmente. De manera opcional, el elemento de enfriamiento de herramienta activo está dividido en segmentos que discurren radial y/o axialmente, que permiten una mayor flexibilidad en la provisión de zonas que van a endurecerse en el producto semiacabado. Preferentemente está prevista una pluralidad de elementos de enfriamiento de herramienta activos, para producir las distintas zonas que van a endurecerse, en caso necesario, del

65

producto semiacabado.

Si en el dispositivo están previstas superficies activas, que se encuentran al menos temporalmente en contacto conductor del calor zonas que limitan con las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado, puede conseguirse que a través de flujo térmico se enfríen las zonas que van a endurecerse con una tasa de enfriamiento elevada y de este modo se consiga el cambio de microestructura deseado en la microestructura endurecida. Preferentemente, las superficies activas están dispuestas de manera móvil y, por ejemplo después de alcanzar la temperatura deseada por encima de la temperatura Ac_1 o por encima de la temperatura Ac_3 del material de las zonas que van a endurecerse pueden situarse junto a las zonas adyacentes del producto semiacabado, de modo que tiene lugar rápidamente el enfriamiento de las zonas que van a endurecerse.

El enfriamiento de las zonas que van a endurecerse puede favorecerse de manera sencilla porque el dispositivo presenta medios, con los que un medio refrigerante puede conducirse al menos en parte en contacto directo o en contacto conductor del calor con el producto semiacabado que va a endurecerse a través del dispositivo. El medio refrigerante puede aumentar de este modo adicionalmente la tasa de enfriamiento de las zonas que van a endurecerse y con ello provocar el cambio de microestructura deseado en estas zonas.

Además, la invención se explicará en detalle por medio de ejemplos de realización en relación con el dibujo. El dibujo muestra en

- 20 la Figura 1a en una representación en perspectiva un dispositivo para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado,
- 25 la Figura 1b el dispositivo de la Figura 1a) en una vista frontal,
- la Figura 1c el dispositivo de la Figura 1a) en una representación en perspectiva esquemática, reducida,
- 30 la Figura 1d el ejemplo de realización de la Figura 1c) en una vista frontal reducida,
- las Figuras 2a a d el ejemplo de realización de un dispositivo de la Figura 1 en estado cerrado,
- 35 las Figuras 3 y 4 dos ejemplos de realización de un dispositivo para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado en representación en perspectiva, esquemática,
- la Figura 5 el radio de canto que va a endurecerse de un producto semiacabado en una vista en corte esquemática,
- 40 la Figura 6 un ejemplo de realización de un producto semiacabado producido con el procedimiento en una representación en perspectiva,
- la Figura 7 en una vista lateral el comportamiento de deformación de productos semiacabados endurecidos parcialmente en comparación con productos semiacabados no endurecidos convencionales y
- 45 la Figura 8 en un diagrama el comportamiento de deformación por fuerza de los productos semiacabados representados en la Figura 6.

Las Figuras 1 y 2 muestran un procedimiento para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado 1 en una herramienta 2, presentando el producto semiacabado la forma de sección transversal de un perfil cerrado. Las Figuras 1a, b, c y d muestran a este respecto la herramienta ligeramente abierta con producto semiacabado 1 colocado en representaciones esquemáticas, en perspectiva, diferentes en cada caso. En la herramienta abierta 2 se ha colocado el producto semiacabado 1. La herramienta 2 se compone a este respecto de al menos dos mitades de herramienta, que pueden moverse una con respecto a otra de modo que puede colocarse el producto semiacabado 1. El producto semiacabado 1 en sí se compone de un acero endurecible que al calentarse hasta por encima de la temperatura Ac_1 del material forma una microestructura austenítica. A partir de la temperatura Ac_3 del material existe entonces una microestructura completamente austenítica, que se enfría con una tasa de enfriamiento definida, microestructura endurecida, forma preferentemente una microestructura martensítica. La herramienta presenta además elementos de enfriamiento de herramienta activos 3, que se extienden axialmente a lo largo del producto semiacabado 1 en las zonas de canto correspondientes del producto semiacabado 1. La Figura 1b) muestra ahora una vista frontal esquemática de la herramienta 2 con los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3, que, dado que la herramienta 2 está ligeramente abierta, no se apoyan contra el producto semiacabado 1. El producto semiacabado 1 presenta una evolución de sección transversal cónica, que puede apreciarse asimismo en las Figuras 1b y 1c.

65 Para aclarar la distancia de los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 con respecto al producto

semiacabado 1, en la Figura 1c está representado únicamente el producto semiacabado 1 y los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 que discurren en las zonas de canto. Los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 contienen medios de guía no representados para un medio refrigerante, es decir, por ejemplo, canales refrigerantes, a través de los que puede fluir el medio refrigerante de tipo fluido. Las zonas de canto del producto semiacabado 1, que están calentadas por ejemplo hasta una temperatura por encima del punto de temperatura Ac_1 del material del producto semiacabado, pueden enfriarse activamente a través de estos elementos de enfriamiento de herramienta 3. También en la Figura 1d está representado una vez más que los elementos de enfriamiento de herramienta activos durante la colocación del producto semiacabado 1 en la herramienta están distanciados en primer lugar. En la vista frontal esquemática, la Figura 1d, están representados únicamente los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 y el producto semiacabado 1. Tal como ya se ha descrito anteriormente, los elementos de enfriamiento de herramienta activos como refrigerante pueden presentar por ejemplo zonas que se encuentran en contacto conductor del calor con las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado 1 y las del producto semiacabado pueden enfriarse al menos en parte mediante conducción de calor.

La Figura 2a muestra ahora el ejemplo de realización de la Figura 1a en una representación esquemática, en perspectiva, en estado cerrado, estando aproximados los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 al producto semiacabado 1 y, en el presente caso, presentando contacto conductor del calor con el producto semiacabado 1. Las zonas de canto que discurren axialmente del producto semiacabado 1, que están calentadas hasta una temperatura de por encima del punto de temperatura Ac_1 , preferentemente por encima del punto de temperatura Ac_3 del material del producto semiacabado, se enfrían rápidamente ahora mediante los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3, de modo que se ajusta una microestructura de dureza. Los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 representados en este caso solo esquemáticamente pueden proporcionar mediante el contacto conductor del calor localizado con el producto semiacabado 1 un endurecimiento localizado muy limitado de las zonas de canto del producto semiacabado 1. Tal como muestra la Figura 2b, la herramienta 2 presenta superficies activas adicionales 4, que presentan de manera adyacente a las zonas de canto un contacto con el producto semiacabado 1. Además existe la posibilidad después de calentar el producto semiacabado completo y ya mediante el comienzo del endurecimiento en la zona de canto, de aumentar aún más mediante los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 adicionalmente el proceso de enfriamiento definido mediante la conducción de un medio refrigerante a través de la abertura 6 del perfil cerrado 1. Mediante el medio refrigerante puede evacuarse por ejemplo directamente el calor procedente de la zona que va a endurecerse. Como medios refrigerantes se tienen en cuenta a este respecto tanto medios líquidos como medios gaseosos. En el caso de perfiles abiertos, puede proporcionarse una guía de medio refrigerante mediante una cavidad formada por la herramienta 2 y el producto semiacabado 1.

La Figura 3 muestra ahora en una representación esquemática en perspectiva una herramienta 2 para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado 1, que presenta elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 que discurren axialmente, que están subdivididos en dirección axial en dos segmentos 3a y 3b. Tanto los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 que discurren axialmente individuales como los segmentos de los elementos de enfriamiento de herramienta 3a y 3b pueden enfriar con diferente intensidad entre sí las zonas correspondientes del producto semiacabado 1, de modo que pueden conseguirse distintos grados de endurecimiento. Esto mismo se cumple también por ejemplo para el elemento de enfriamiento de herramienta activo 5 que discurre en dirección radial indicado en la Figura 4, que está dividido en segmentos radiales. Los elementos de enfriamiento de herramienta activos 3 están representados en la Figura 1 a la Figura 4 solo esquemáticamente y pueden provocar el endurecimiento del producto semiacabado.

En la Figura 5 está representada esquemáticamente la zona de canto de un producto semiacabado. El radio de canto R corresponde al radio exterior del producto semiacabado 1 en el centro del canto. La zona cubierta del producto semiacabado por el radio R se define como canto que va a endurecerse, que se endurece a través del elemento de enfriamiento de herramienta activo 3 representado asimismo esquemáticamente.

La Figura 6 muestra ahora en una representación esquemática un producto semiacabado 1, que presenta cantos de radio endurecidos y tal como se indica en la Figura 8 se somete a un ensayo de deformación. Para ello se ejerce una fuerza F sobre la zona con forma cónica del producto semiacabado 1 en dirección axial.

El resultado del ensayo de deformación lo muestra la Figura 7 en una comparación con un producto semiacabado convencional 1'. En el ensayo de deformación del producto semiacabado convencional 1 en la Figura 7a se aprecia claramente que el recorrido de deformación con una fuerza idéntica es mayor. El producto semiacabado de la Figura 7b muestra al igual que el producto semiacabado convencional, un comportamiento de deformación controlado con un recorrido de deformación claramente menor e igual energía de absorción absorbida. Mediante el endurecimiento de los cantos, es decir, de los cantos de radio a lo largo de la dirección axial, tiene lugar un refuerzo considerable del perfil producido. Esto se cumple también para perfiles abiertos de manera análoga.

En la Figura 8 está representado el recorrido de deformación/diagrama de fuerzas, representando la superficie por debajo de las dos curvas en cada caso la energía absorbida. El producto semiacabado endurecido localmente en los cantos y producido con el procedimiento de acuerdo con la invención está representado en la curva discontinua A y

ES 2 686 364 T3

5 presenta una absorción de energía claramente mayor en la zona inicial hasta que se produce la formación de pliegues. A partir de un recorrido de deformación de aproximadamente 75 mm, el comportamiento de deformación del producto semiacabado endurecido en las zonas de canto es prácticamente idéntico al del producto semiacabado convencional en la curva B. El recorrido de deformación termina sin embargo en los 240 mm calculados en comparación con 310 mm en el producto semiacabado convencional.

10 Tal como puede apreciarse, con el procedimiento de acuerdo con la invención así como con el dispositivo de acuerdo con la invención puede proporcionarse un producto semiacabado que no puede producirse solo de manera económica, sino que también presenta propiedades de deformación ventajosas, de modo que el producto semiacabado puede producirse para la provisión de por ejemplo piezas cargadas axialmente de una estructura o carrocería de un automóvil.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado que se compone de un acero endurecible en una herramienta, presentando el producto semiacabado la forma de sección transversal de un perfil abierto o cerrado y colocándose en la herramienta abierta, presentando el procedimiento las siguientes etapas:
- 5
- calentar al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado hasta una temperatura por encima de la temperatura A_c del material del producto semiacabado,
 - colocar el producto semiacabado calentado al menos localmente en una herramienta,
 - 10 - cerrar la herramienta y aproximar al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo a al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado,
 - enfriar al menos la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado con una tasa de enfriamiento definida, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas enfriadas,
- 15 **caracterizado por que**
el producto semiacabado presenta al menos un canto y se endurece al menos en parte el radio de canto del al menos un canto del producto semiacabado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
- 20 **caracterizado por que**
la al menos una zona que va a endurecerse discurre al menos en parte axial y/o radialmente en el producto semiacabado y se endurece mediante al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2,
- 25 **caracterizado por que**
el al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo se encuentra en contacto conductor del calor con la al menos una zona que va a endurecerse y el endurecimiento de la zona que va a endurecerse del producto semiacabado tiene lugar al menos en parte mediante conducción de calor.
- 30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado por que
el calentamiento al menos local del producto semiacabado tiene lugar mediante el uso de flujo de corriente eléctrica y/o mediante inducción.
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4,
caracterizado por que
el producto semiacabado presenta al menos en parte la forma de sección transversal de un perfil poligonal cerrado y se endurece al menos en parte al menos uno de los radios de canto que discurren axialmente.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5,
caracterizado por que
al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo subdividido axial y/o radialmente en al menos dos segmentos endurece la zona que va a endurecerse.
- 45 7. Procedimiento según la reivindicación 6,
caracterizado por que
los diferentes segmentos del al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo enfría las zonas correspondientes del producto semiacabado a diferentes temperaturas.
- 50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7,
caracterizado por que
las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado se enfrían mediante contacto conductor del calor de la herramienta con zonas que limitan con las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado con una tasa de enfriamiento definida, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas que van a endurecerse
55 del producto semiacabado.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8,
caracterizado por que
se atraviesa al menos en parte la herramienta con un medio refrigerante, que se encuentra al menos en parte en contacto directo con el producto semiacabado o en contacto conductor del calor con el producto semiacabado, para enfriar el producto semiacabado.
- 60
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9,
caracterizado por que
65 se produce un producto semiacabado con al menos una zona de canto endurecida para una estructura o una carrocería de un automóvil.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10,
caracterizado por que
se endurece un producto semiacabado de un acero de manganeso-boro, un acero de doble fase o un acero de austenita retenida (TRIP).
- 5
12. Dispositivo para el endurecimiento parcial de un producto semiacabado (1), que presenta la forma de sección transversal de un perfil abierto o cerrado, con al menos dos mitades de herramienta, de modo que el producto semiacabado (1) puede colocarse en la herramienta abierta (2), en particular para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que
- 10 está previsto al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo (3, 5), que está dispuesto de manera móvil con respecto al producto semiacabado (1) colocado y que presenta refrigerante, a través del cual la al menos una zona que va a endurecerse del producto semiacabado (1) puede enfriarse con una tasa de enfriamiento definida, de modo que se genera una microestructura endurecida en las zonas enfriadas de manera definida,
caracterizado por que
- 15 el al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo (3, 5) presenta medios de guía para un medio refrigerante.
13. Dispositivo según la reivindicación 12,
caracterizado por que
- 20 el al menos un elemento de enfriamiento de herramienta activo (3, 5) discurre al menos en parte axial y/o radialmente con respecto al producto semiacabado (1) que va a endurecerse parcialmente y están divididos de manera opcional en segmentos que discurren radial y/o axialmente.
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 12 o 13,
caracterizado por que
- 25 en el dispositivo están previstas superficies activas (4), que se encuentran al menos temporalmente en contacto conductor del calor con zonas que limitan con las zonas que van a endurecerse del producto semiacabado.
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 12 a 14,
caracterizado por que
- 30 el dispositivo presenta medios, con los que un medio refrigerante puede conducirse a través del dispositivo al menos en parte en contacto directo o en contacto conductor del calor con el producto semiacabado que va a endurecerse.

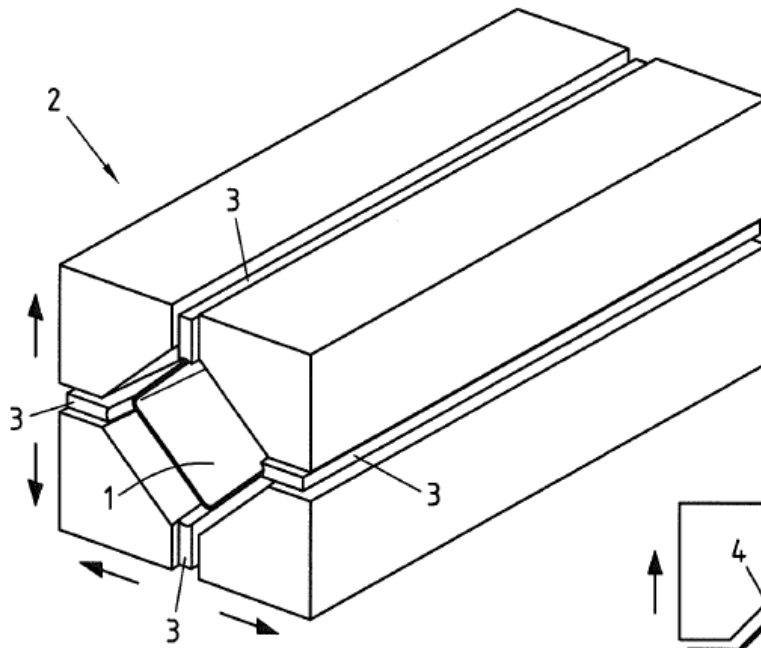


Fig.1a

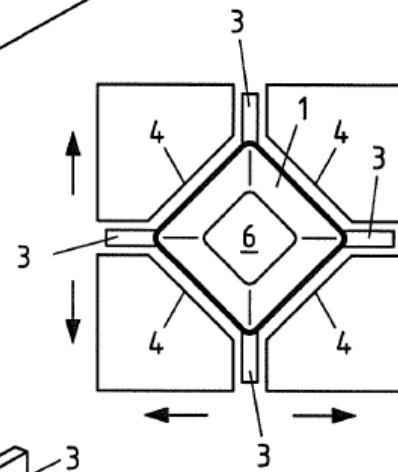


Fig.1b

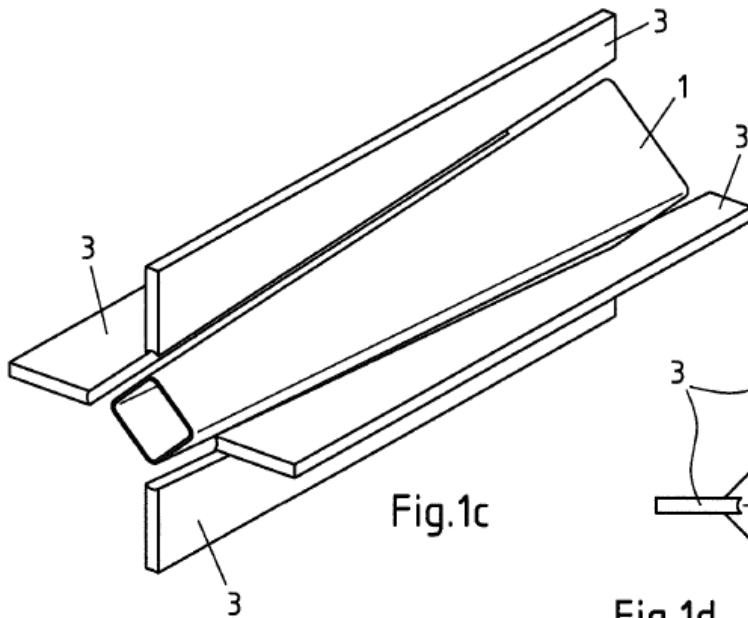


Fig.1c

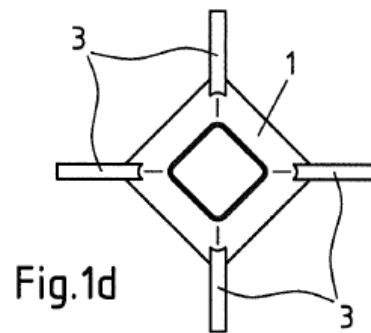


Fig.1d

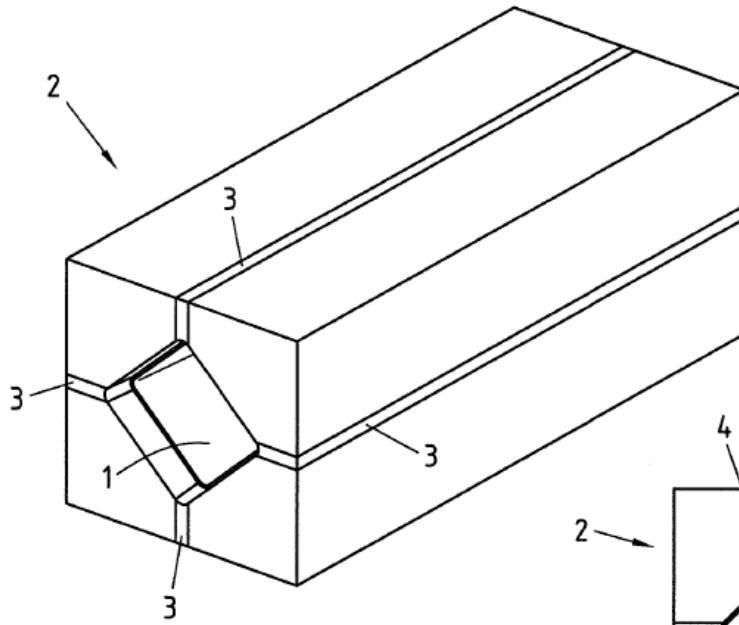


Fig. 2a

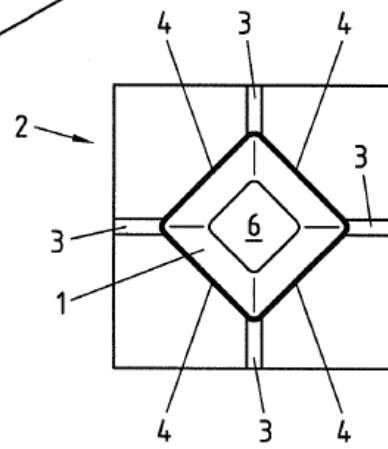


Fig. 2b

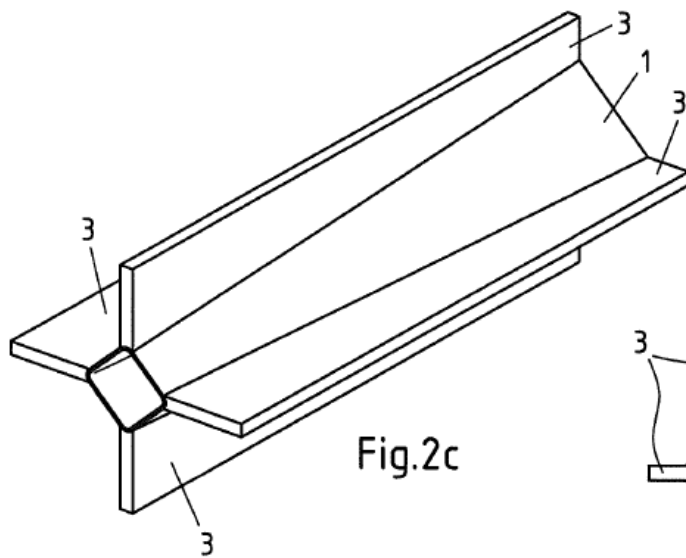


Fig. 2c

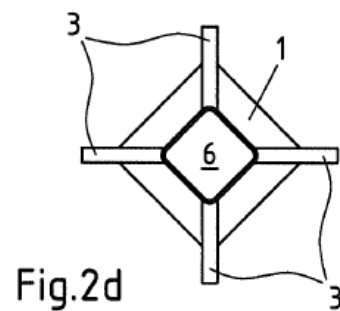


Fig. 2d

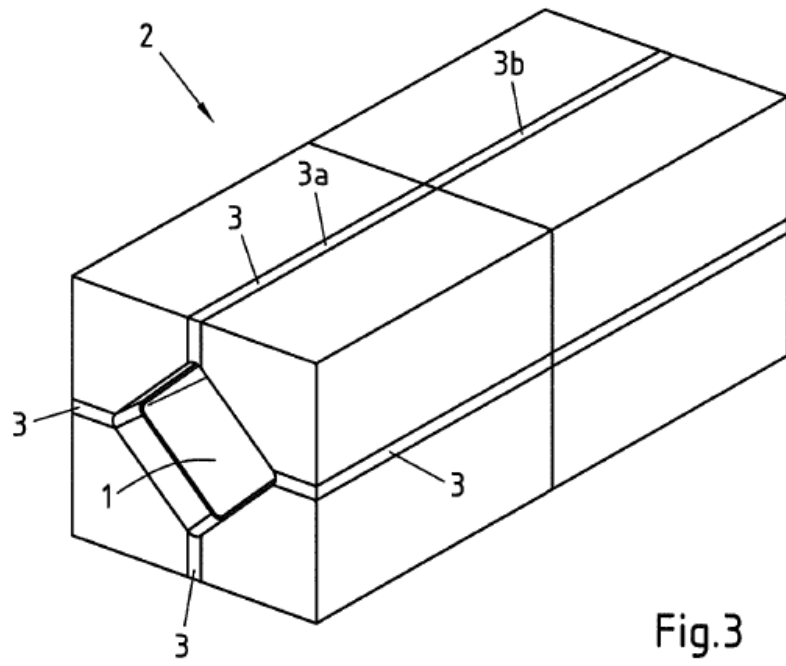


Fig.3

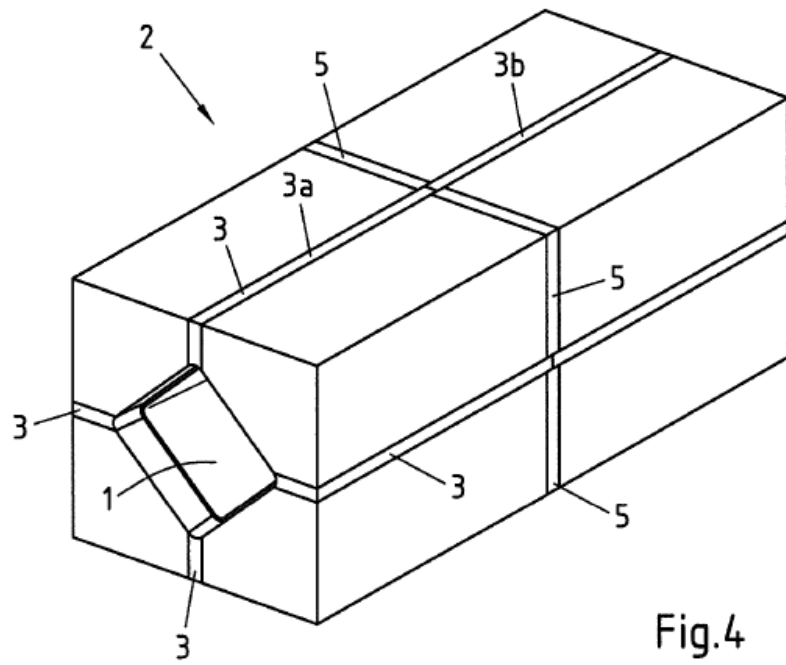


Fig.4

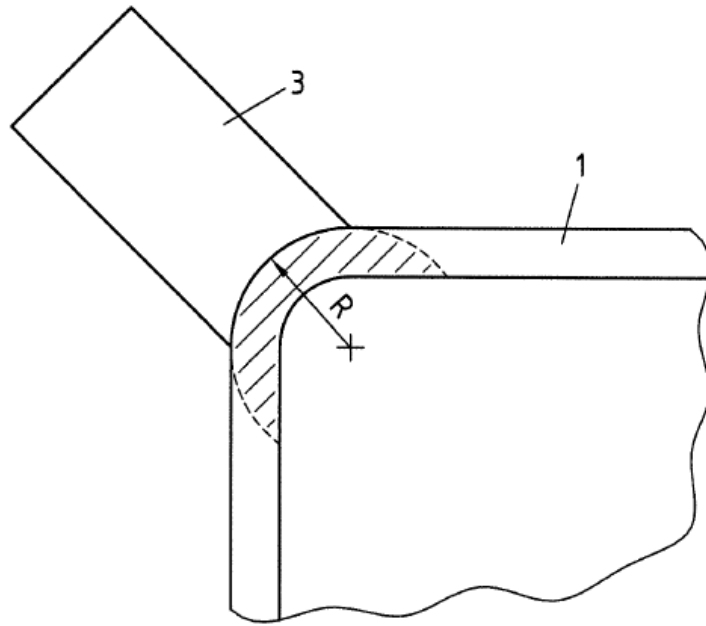


Fig.5

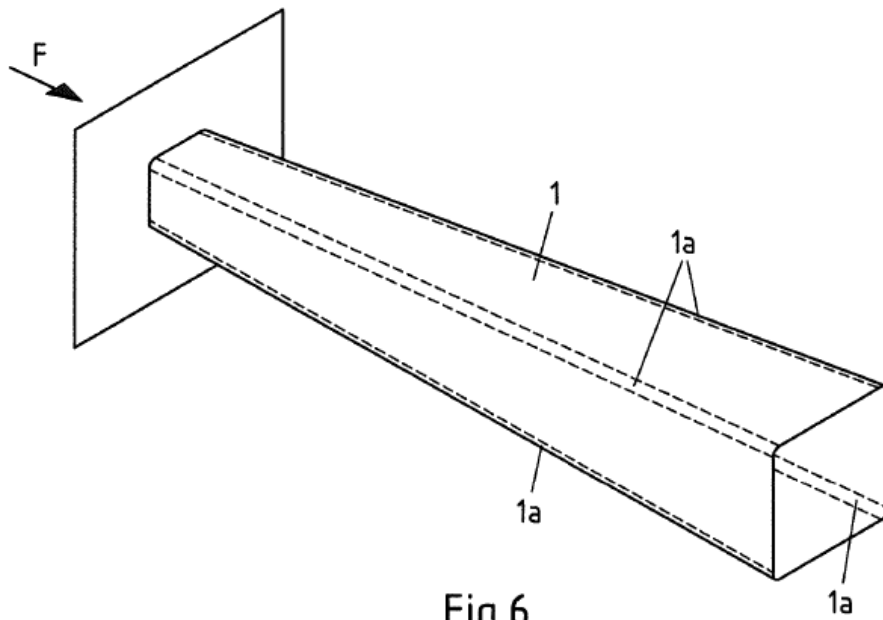


Fig.6

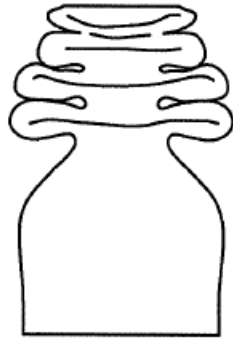


Fig.7a

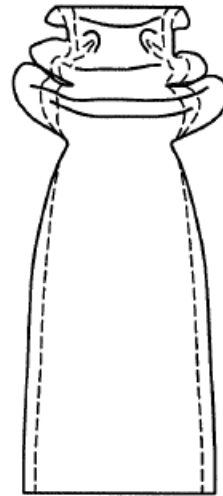


Fig.7b

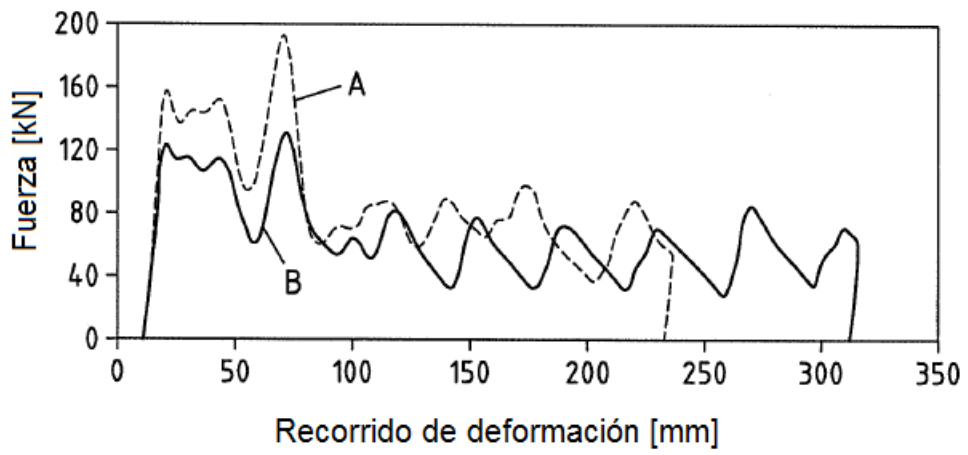


Fig.8