

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 351**

51 Int. Cl.:

**B21D 37/16** (2006.01)

**B21D 22/20** (2006.01)

**C21D 1/673** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2012 E 12778287 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 2782689**

54 Título: **Procedimiento y herramienta de conformado para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de piezas de trabajo de chapa de acero, en particular piezas de trabajo de chapa de acero cincadas**

30 Prioridad:

**23.11.2011 DE 102011055643**

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

**10.05.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BANIK, JANKO;  
SIKORA, SASCHA;  
KÖYER, MARIA y  
STRUPPEK, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 569 351 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 herramienta de conformado para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de piezas de trabajo de chapa de acero, en particular piezas de trabajo de chapa de acero cincadas

5 La invención se refiere a un procedimiento para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de piezas de trabajo de chapa de acero en forma de plancha o preconformadas, en particular piezas de trabajo de chapa de acero cincadas, en el que la pieza de trabajo se calienta hasta una temperatura por encima de la temperatura de austenización y, a continuación, se conforma y se temple en una herramienta de conformado refrigerada, que presenta al menos un punzón y al menos una matriz. La invención se refiere además a una herramienta de conformado para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de piezas de trabajo de chapa de acero

10 en forma de plancha o preconformadas, en particular piezas de trabajo de chapa de acero cincadas, con al menos un punzón y una matriz asociada al punzón, presentando el punzón y/o la matriz canales de refrigeración para conducir a través de los mismos un fluido refrigerante. Un procedimiento de este tipo y una herramienta de conformado de este tipo se dan a conocer, por ejemplo, en el documento JP-A-2007075834.

15 Con respecto a la conformación en caliente y al endurecimiento por presión de piezas de trabajo de chapa de acero se conocen dispositivos que presentan al menos dos mitades de herramienta, estando éstas configuradas, por zonas, de tal manera que tienen diferentes propiedades de conducción de calor, que se utilizan para poder ajustar propiedades de resistencia localmente diferentes en el componente que va a producirse. El procedimiento realizado con estos dispositivos se denomina por los expertos con el término templado zonal o "tailored-tempering". Un dispositivo correspondiente se conoce, por ejemplo, por el documento DE 10 2009 018 798 A1.

20 Se conoce además aumentar la precisión dimensional y de ajuste de componentes conformados, presentando las mitades de herramienta empleadas para la producción radios positivos en las zonas de curvatura de la herramienta y formando intersticios en las zonas opuestas, estando configurados unos salientes de manera adyacente a los intersticios, de tal manera que resulta posible una sujeción sin estirado. De este modo pueden ajustarse también diferentes grados de dureza en el componente. Un dispositivo correspondiente para producir componentes de chapa

25 de acero endurecidos se describe en el documento DE 10 2004 038 626 B3.

Se ha visto en investigaciones que durante la conformación en caliente de placas de acero cincadas en herramientas de conformado convencionales aparecen en ocasiones grietas en el recubrimiento de zinc. Estas grietas pueden prolongarse en la placa, de modo esto puede dar lugar a un fallo prematuro del componente.

30 La presente invención se basa en el objetivo de indicar un procedimiento o herramienta de conformado del tipo mencionado al principio, que mejore las propiedades de fluencia para materiales de trabajo de acero durante la conformación en caliente, de modo que se reduzca considerablemente el riesgo de aparición de grietas durante la conformación en caliente de piezas de trabajo de chapa de acero, en particular placas de acero cincadas.

Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 o mediante una herramienta de conformado con las características de la reivindicación 8.

35 En las reivindicaciones dependientes se indican configuraciones preferidas y ventajosas de la invención.

Según la invención, la matriz empleada para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión se recubre, en su zona del borde de estirado definida por un radio de estirado positivo, con material y/o está dotada de al menos una pieza de inserción, que presenta una conductividad térmica al menos  $10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  inferior a la conductividad térmica de la sección de la matriz que es adyacente a la zona del borde de estirado y que, durante el conformado en

40 caliente y el endurecimiento por presión de la pieza de trabajo, entra en contacto con la misma. El material depositado en la zona del borde de estirado, o la pieza de inserción allí dispuesta, que tiene según la invención una conductividad térmica relativamente reducida, está configurado/a de tal modo que su superficie dirigida hacia la pieza de trabajo tiene una dimensión transversal que se extiende por el borde de estirado, que se sitúa en el intervalo de 1,6 a 10 veces, preferiblemente en el intervalo de 1,6 a 6 veces el radio de estirado positivo de la matriz.

45 La extensión transversal (dimensión transversal) del material o de la pieza de inserción dispuesto/a en la zona del borde de estirado y que presenta una conductividad térmica relativamente reducida es por tanto limitada y pequeña en comparación.

En particular, en la zona del borde de estirado, definida por un radio de estirado positivo, de la matriz, la chapa de acero (pieza de trabajo) recubierta que va a conformarse se somete a altas deformaciones plásticas. Mediante la acción del punzón de la herramienta, la pieza de trabajo experimenta en esta zona en primer lugar una sollicitación a compresión, que se convierte durante la continuación del movimiento de cierre de la herramienta de conformado en una sollicitación a tracción. Debido a la elevada diferencia de temperatura entre la pieza de trabajo y la herramienta de conformado, las propiedades de fluencia locales de la pieza de trabajo se ven afectadas negativamente en una herramienta de conformado convencional, en particular en el radio de estirado del molde hembra de una herramienta

50 de conformado convencional, produciéndose con frecuencia grietas en el recubrimiento, por ejemplo la capa de zinc. Con un grosor de chapa en aumento y en función de la complejidad de la geometría del componente que vaya a producirse pueden formarse profundidades de grieta diferentes, que pueden extenderse hasta el interior de la chapa del componente recubierto.

Según la invención, el material depositado en la zona del borde de estirado, por ejemplo mediante recubrimiento, y que presenta una conductividad térmica relativamente reducida, o la pieza de inserción allí dispuesta y que presenta una conductividad térmica relativamente reducida, está dimensionado/a de tal modo que se garantiza que el componente producido mediante conformado en caliente y endurecimiento por presión presenta una estructura en esencia completamente martensítica. La parte del componente endurecido por presión que se ve afectada por el borde de estirado de la matriz, es decir por el material o la pieza de inserción que presenta una conductividad térmica relativamente reducida, puede presentar a este respecto una dureza inferior a la de otra parte o la parte restante del componente, aunque esta parte del componente endurecido por presión así afectada todavía presenta siempre según la invención una dureza que se sitúa por encima de una dureza mínima requerida, que corresponde a una estructura martensítica. De esta manera se evitan grietas en el recubrimiento, por ejemplo en una capa de zinc, así como en la chapa recubierta de manera correspondiente o al menos se reducen considerablemente las profundidades de grieta en el recubrimiento o en la chapa recubierta.

Las tensiones y dilataciones que aparecen durante la conformación en caliente de la pieza de trabajo (chapa de acero) recubierta, por ejemplo cincada, así como la solidificación que aparece en el proceso de conformado, se evitan mediante la menor pérdida de calor o temperatura en comparación con la de una conformación templada convencional. De este modo se reduce o se evita también un eventual fallo local del material.

Mediante la presente invención se mejoran por tanto las propiedades de fluencia de piezas de trabajo de chapa de acero durante la conformación en caliente y, con ello, se reduce considerablemente el riesgo de que aparezcan grietas durante la conformación en caliente de piezas de trabajo de chapa de acero, preferiblemente placas de acero cincadas. En particular mediante la presente invención se mejora la capacidad de fabricación de componentes que presentan una forma tridimensional compleja y que van a producirse a partir de chapa de acero recubierta, por ejemplo cincada.

Una configuración preferida de la solución según la invención prevé que la conductividad térmica de la pieza de inserción dispuesta, o del material depositado, en la zona del borde de estirado asciende a menos de  $40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , preferiblemente a menos de  $30 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , de manera especialmente preferible a menos de  $20 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . De este modo se reduce ventajosamente la pérdida de calor o temperatura durante la conformación en caliente de la pieza de trabajo y se mejora de manera correspondiente el comportamiento de conformado de la pieza de trabajo.

Otra configuración ventajosa de la solución según la invención está caracterizada porque entre la pieza de inserción y la matriz se dispone o está dispuesta una capa de aislamiento térmico. De esta manera puede reducirse adicionalmente la pérdida de calor o temperatura durante la conformación en caliente de la pieza de trabajo. En particular, esta configuración posibilita la utilización de una pieza de inserción que está producida a partir de un material de trabajo especialmente resistente al desgaste, pero que tiene una conductividad térmica relativamente alta, pudiendo estar compuesta la capa de aislamiento térmico, que, en comparación con la pieza de inserción que forma la zona del borde de estirado, no está sometida a ninguna sollicitación mecánica elevada, en particular a ninguna sollicitación por fricción elevada, de un material térmicamente aislante, por ejemplo plástico o material derivado de la madera, con poca resistencia al desgaste.

Según otra configuración ventajosa de la solución según la invención está previsto que la pieza de inserción presente un saliente que sobresale con respecto al perímetro interior de la matriz y/o con respecto a la superficie perimetral de borde contigua a la cavidad de la matriz. Mediante este saliente, que representa una elevación local, puede reducirse la disipación de calor de la pieza de trabajo que va a conformarse frente al radio de estirado de manera aún más eficaz.

Otra configuración ventajosa de la solución según la invención está caracterizada porque el material depositado en la zona del borde de estirado de la matriz se deposita mediante soldadura por deposición, preferiblemente soldadura por deposición láser, sobre la matriz. De esta manera puede reducirse de manera fiable, de manera relativamente sencilla, la conductividad térmica en la zona del borde de estirado de la matriz. La capa depositada de material que presenta una conductividad térmica relativamente reducida puede renovarse, de manera económica, mediante soldadura por deposición, preferiblemente soldadura por deposición láser, cuando se requiera debido a un deterioro provocado por desgaste (erosión).

Otra configuración ventajosa de la solución según la invención está caracterizada porque la zona del borde de estirado de la matriz se calienta localmente de manera selectiva mediante una fuente de calor integrada en la matriz o un canal que conduce fluido de calentamiento. También de este modo puede reducirse considerablemente la disipación de calor de la pieza de trabajo que va a conformarse y, con ello, mejorarse las propiedades de fluencia del material de trabajo de acero durante la conformación en caliente.

También entra dentro del alcance de la presente invención combinar entre sí varias de las configuraciones mencionadas anteriormente, o todas las configuraciones mencionadas anteriormente, de la solución según la invención.

A continuación se explicará más detalladamente la invención con ayuda de un dibujo que representa varios ejemplos de realización. Esquemáticamente muestran:

- la figura 1 un fragmento de una herramienta de conformado según la invención en una vista en sección;  
 la figura 2 un fragmento de otra herramienta de conformado según la invención en una vista en sección;  
 la figura 3 una vista en sección de un fragmento que comprende un borde de estirado de una herramienta de conformado según la invención con un recubrimiento dispuesto en la zona del borde de estirado y que presenta una conductividad térmica relativamente reducida;
- 5 las figuras 4 y 7 en cada caso, una vista en sección de un fragmento que comprende un borde de estirado de una herramienta de conformado según la invención con material depositado en la zona del borde de estirado mediante soldadura por deposición y que presenta en cada caso una conductividad térmica relativamente reducida; y
- 10 las figuras 5, 6 y 8 en cada caso, una vista en sección de un fragmento que comprende un borde de estirado de una herramienta de conformado según la invención con una pieza de inserción dispuesta en la zona del borde de estirado y que presenta una conductividad térmica relativamente reducida.

15 En las figuras 1 y 2 se representan en cada caso fragmentos de herramientas de conformado refrigeradas para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de una pieza 1 de trabajo de chapa de acero en forma de plancha o preconformada, en particular de una pieza de trabajo de chapa de acero cincada. Con el número de referencia 2 se designa un punzón y con el número de referencia 3 se designa una matriz (molde hembra) de la respectiva herramienta de conformado. Además, la herramienta de conformado representada en la figura 1 y/o en la figura 2 puede presentar opcionalmente un pisador (pisón), que durante la operación de conformado presiona la pieza 1 de trabajo contra la matriz 3. Preferiblemente, la herramienta de conformado según la invención está configurada sin embargo como herramienta de conformado sin pisón (sin pisador).

20 La matriz (molde hembra) 3 contiene una cavidad 4, en la que penetra el punzón 2 durante el conformado o embutido de la pieza 1 de trabajo. En las figuras 1 y 2 se muestra la respectiva herramienta de conformado en cada caso en el estado cerrado con la pieza 1 de trabajo conformada en su interior.

25 En el punzón 2 y/o la matriz 3 están presentes, cerca de la superficie de la herramienta conformadora, canales de refrigeración (no mostrados) para conducir a través de los mismos un fluido refrigerante. La pieza 1 de trabajo que está conformándose se calienta, antes de introducirse en la herramienta de conformado abierta, en primer lugar hasta una temperatura objetivo, preferiblemente hasta una temperatura por encima de la temperatura de austenización y, a continuación, se conforma y se temple en la herramienta de conformado refrigerada.

30 La temperatura de la pieza 1 de trabajo en forma de plancha o preconformada calentada se mantiene preferiblemente lo más alta posible antes de la conformación, para lograr una mejora de las propiedades de fluencia de la pieza 1 de trabajo, que actúan durante la conformación, o una reducción de las tensiones y/o dilataciones. Se puede influir sobre esto, por ejemplo, a través de la magnitud seleccionada de la temperatura de calentamiento y/o mediante tiempos de transferencia cortos, es decir tiempos de manipulación cortos, entre el dispositivo de calentamiento (no mostrado), por ejemplo un horno continuo, y el inicio de la conformación.

35 La herramienta de conformado según la invención se caracteriza por un coeficiente de transmisión de calor óptimo. De este modo se impide un enfriamiento local demasiado rápido de la pieza 1 de trabajo calentada (por ejemplo la placa de acero cincada) tras la colocación y durante la conformación en la herramienta. Según la invención, al menos la matriz 3 está optimizada por lo que respecta al coeficiente de transmisión de calor. Para ello, la matriz 3 está recubierta, por adhesión de materiales, en su zona del borde de estirado definida por un radio de estirado positivo, con material y/o está dotada allí de al menos una pieza 5 de inserción, que presenta una conductividad térmica al menos  $10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  inferior a la conductividad térmica de la sección 3.1 de la matriz 3 que es adyacente a la zona del borde de estirado y que, durante el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de la pieza de trabajo, entra en contacto con la misma. Los medios con una conductividad térmica baja en comparación están dimensionados a este respecto de tal manera que se garantiza además que, en el componente (pieza de trabajo) 1 conformado, una vez concluida la operación de templado (endurecimiento por presión), surge una estructura completamente martensítica, mientras que la zona de la pieza de trabajo que se ve afectada por la zona del borde de estirado realizada según la invención puede presentar una reducción de la dureza, pero que debe situarse en el marco de la dureza mínima requerida, con lo cual pueden evitarse grietas en la pieza 1 de trabajo o reducirse las profundidades de grieta. La superficie, dirigida hacia la pieza 1 de trabajo, del material 6 depositado (véase la figura 3), o de la pieza 5 de inserción dispuesta, en la zona del borde de estirado tiene por tanto, según la invención, una dimensión transversal que se extiende por el borde 7 de estirado, que se sitúa en el intervalo de 1,6 a 10 veces el radio de estirado positivo de la matriz 3.

55 En los ejemplos de realización representados en las figuras 1 y 2, la respectiva matriz 3 presenta, en su zona del borde de estirado definida por un radio de estirado positivo, al menos una pieza 5 de inserción cuya conductividad térmica preferiblemente asciende a menos de  $40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , de manera especialmente preferible a menos de  $30 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . La al menos una pieza 5 de inserción está configurada en forma de anillo o en forma de listón y se inserta en un rebaje 3.2 formado en la zona del borde de estirado de la matriz 3.

En las figuras 3 a 8 se representan esquemáticamente otros ejemplos de realización de una herramienta de conformado según la invención, preferiblemente una matriz 3.

En el ejemplo de realización representado en la figura 3, una matriz 3 que sirve para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión está recubierta, en su zona del borde de estirado definida por un radio de estirado positivo, con material 6 que presenta una conductividad térmica relativamente reducida. El material (recubrimiento) 6 es preferiblemente cerámica, por ejemplo óxido de aluminio u óxido de circonio. El recubrimiento selectivo de la zona del borde de estirado puede realizarse, por ejemplo, mediante proyección a llama, en particular proyección a llama con polvo o proyección por hilo, o mediante proyección por arco eléctrico o proyección por plasma.

La dimensión transversal del recubrimiento 6 que se extiende por el borde 7 de estirado se sitúa, por ejemplo, en el intervalo de 1,6 a 4 veces, preferiblemente en el intervalo de 1,6 a 2 veces el radio de estirado positivo de la matriz 3. El recubrimiento 6 sobresale o puede sobresalir ligeramente con respecto a la superficie 3.1 adyacente de la matriz 3, por ejemplo en aproximadamente de 0,25 mm a 0,5 mm o incluso más.

En el ejemplo de realización representado en la figura 4, la matriz 3 que sirve para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión está dotada en la zona del borde de estirado de una capa depositada de material 6', producida mediante soldadura por deposición, que tiene una conductividad térmica relativamente reducida. Antes de la soldadura por deposición se produce en la zona del borde de estirado de la matriz 3, por ejemplo mediante mecanizado por arranque de virutas, una depresión 3.3 que se extiende transversalmente por el borde de estirado. En esta depresión (rebaje) 3.3 se dispone a continuación mediante soldadura por deposición material 6' con conductividad térmica relativamente reducida. Este material de deposición 6' puede ser, por ejemplo, acero al cromo, titanio o acero de alta aleación, como por ejemplo X5CrNi18-10, que presentan una conductividad térmica de aproximadamente 30 W/(m \* K) o menor de 30 W/(m \* K). El material 6' depositado mediante soldadura por deposición sobre la zona del borde de estirado se deposita, o se retira a continuación mediante fresado o rectificado, hasta que termina esencialmente al ras con la superficie 3.1 de la matriz 3 o sobresale ligeramente con respecto a la superficie 3.1 de la matriz 3.

La matriz representada en la figura 5 en un fragmento corresponde esencialmente a la del ejemplo de realización mostrado en la figura 1. También aquí está dispuesta en la zona del borde de estirado de la matriz 3 una pieza 5 de inserción en forma de listón con conductividad térmica relativamente reducida. La pieza 5 de inserción se compone, por ejemplo, de cerámica, preferiblemente de óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) u óxido de circonio. El lado exterior de la pieza 5 de inserción, que forma la zona del borde de estirado, termina esencialmente a nivel con la superficie 3.1 de la matriz 3.

En la figura 5 se representa además otra opción o alternativa para reducir la pérdida de calor de la pieza de trabajo calentada. Esta alternativa u opción adicional consiste en que en la matriz 3 está integrada una fuente de calor o está integrado un canal 8 que conduce fluido de calentamiento, mediante la cual/el cual puede calentarse localmente de manera selectiva la zona del borde de estirado de la matriz 3. Según otra una forma de realización preferida está previsto que la fuente de calor, por ejemplo en forma de una o varias resistencias eléctricas, o el canal 8 que conduce un fluido de calentamiento, esté integrada/o en la pieza 5 de inserción que forma la zona del borde de estirado.

El ejemplo de realización representado en la figura 6 se diferencia de los ejemplos de realización mostrados en las figuras 1, 2 y 5 en que entre la pieza 5 de inserción y la matriz 3 está dispuesta una capa 9 de aislamiento térmico. La capa 9 de aislamiento térmico está configurada de una sola capa o de varias capas y se compone, por ejemplo, de plástico y/o lana mineral.

En el ejemplo de realización representado en la figura 7, la matriz 3 que sirve para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión está dotada en la zona del borde de estirado de nuevo de una capa depositada de material 6' producida mediante soldadura por deposición, que tiene una conductividad térmica relativamente reducida. A diferencia del ejemplo de realización según la figura 4, la capa depositada de material 6' está configurada sin embargo de tal modo que presenta un saliente 6.1 que sobresale con respecto al perímetro interior de la matriz 3 o con respecto a la superficie perimetral de borde contigua a la cavidad 4 de la matriz 3. Mediante esta elevación local o este saliente 6.1 local de un material que presenta una conductividad térmica relativamente reducida se reduce la disipación de calor de la pieza 1 de trabajo calentada. De manera complementaria a esta capa depositada de material 6', en la matriz puede estar integrada de nuevo una fuente de calor o estar integrado un canal 8 que conduce fluido de calentamiento, mediante la cual/el cual puede calentarse localmente de manera selectiva la zona del borde de estirado de la matriz 3.

El ejemplo de realización representado en la figura 8 se diferencia del ejemplo de realización según la figura 6 en que la pieza 5 de inserción presenta un saliente 5.1 que sobresale con respecto al perímetro interior de la cavidad 4 de la matriz 3 o con respecto a la superficie perimetral de borde contigua a la cavidad 4. El número de referencia 9 designa a este respecto de nuevo una capa de aislamiento térmico dispuesta entre la pieza 5 de inserción y la matriz 3.

La realización de la presente invención no se limita a los ejemplos de realización descritos anteriormente y/o representados en el dibujo. Más bien son concebibles numerosas variantes o variaciones que también hacen uso, en un diseño que varía con respecto a los ejemplos de realización, de la invención indicada en las reivindicaciones adjuntas. Así, por ejemplo adicionalmente también el punzón y/o, dado el caso, también el pisón (pisador), pueden

estar dotados de medios 5, 5.1, 6, 6', 6.1 y/o 9 con conductividad térmica baja para la optimización del coeficiente de transmisión de calor.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de piezas (1) de trabajo de chapa de acero en forma de plancha o preconformadas, en particular piezas (1) de trabajo de chapa de acero cincadas, en el que la pieza de trabajo se calienta hasta una temperatura por encima de la temperatura de austenización y, a continuación, se conforma y se temple en una herramienta de conformado refrigerada, que presenta al menos un punzón (2) y al menos una matriz (3), **caracterizado porque** la matriz (3) empleada para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión está recubierta, por adherencia de materiales, en su zona del borde de estirado definida por un radio de estirado positivo, con material (6, 6') y/o está dotada allí de al menos una pieza (5) de inserción, que presenta una conductividad térmica al menos  $10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  inferior a la conductividad térmica de la sección (3.1) de la matriz (3) que es adyacente a la zona del borde de estirado y que, durante el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de la pieza (1) de trabajo, entra en contacto con la misma, teniendo la superficie, dirigida hacia la pieza (1) de trabajo, del material (6; 6') depositado, o de la pieza (5) de inserción dispuesta, en la zona del borde de estirado una dimensión transversal que se extiende por el borde (7) de estirado, que se sitúa en el intervalo de 1,6 a 10 veces el radio de estirado positivo de la matriz (3).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la conductividad térmica de la pieza (5) de inserción dispuesta, o del material (6, 6') depositado, en la zona del borde de estirado asciende a menos de  $40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , preferiblemente a menos de  $30 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ .
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la al menos una pieza (5) de inserción está configurada en forma de listón y se inserta en un rebaje (3.2) formado en la zona del borde de estirado de la matriz (3).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** entre la pieza (5) de inserción y la matriz (3) está dispuesta una capa (9) de aislamiento térmico.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la pieza (5) de inserción presenta un saliente (5.1) que sobresale con respecto al perímetro interior de la matriz (3) y/o con respecto a la superficie (3.1) perimetral de borde contigua a la cavidad (4) de la matriz (3).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el material (6') depositado en la zona del borde de estirado de la matriz (3) se deposita mediante soldadura por deposición sobre la matriz (3).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la zona del borde de estirado de la matriz (3) se calienta localmente de manera selectiva mediante una fuente de calor integrada en la matriz o un canal (8) que conduce un fluido de calentamiento.
8. Herramienta de conformado para el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de piezas (1) de trabajo de chapa de acero en forma de plancha o preconformadas, en particular piezas (1) de trabajo de chapa de acero cincadas, con al menos un punzón (2) y una matriz asociada al punzón (3), presentando el punzón (2) y/o la matriz (3) canales de refrigeración para conducir a través de los mismos un fluido refrigerante, **caracterizada porque** la matriz (3) está recubierta, por adherencia de materiales, en su zona del borde de estirado definida por un radio de estirado positivo, con material (6; 6') y/o está dotada allí de al menos una pieza (5) de inserción, que presenta una conductividad térmica al menos  $10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  inferior a la conductividad térmica de la sección (3.1) de la matriz (3) que es adyacente a la zona del borde de estirado y que, durante el conformado en caliente y el endurecimiento por presión de la pieza (1) de trabajo, entra en contacto con la misma, teniendo la superficie, dirigida hacia la pieza (1) de trabajo, del material (6; 6') depositado, o la pieza (5) de inserción dispuesta, en la zona del borde de estirado una dimensión transversal que se extiende por el borde (7) de estirado, que sitúa en el intervalo de 1,6 a 10 veces el radio de estirado positivo de la matriz (3).
9. Herramienta de conformado según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la conductividad térmica de la pieza (5) de inserción dispuesta, o del material (6, 6') depositado, en la zona del borde de estirado asciende a menos de  $40 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , preferiblemente a menos de  $30 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ .
10. Herramienta de conformado según la reivindicación 8 o 9, **caracterizada porque** la al menos una pieza (5) de inserción está configurada en forma de listón y se inserta en un rebaje (3.2) formado en la zona del borde de estirado de la matriz (3).
11. Herramienta de conformado según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizada porque** entre la pieza (5) de inserción y la matriz (3) está dispuesta una capa (9) de aislamiento térmico.
12. Herramienta de conformado según una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizada porque** la pieza (5) de inserción presenta un saliente (5.1) que sobresale con respecto al perímetro interior de la matriz (3) y/o con respecto a la superficie (3.1) perimetral de borde contigua a la cavidad (4) de la matriz (3).
13. Herramienta de conformado según una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizada porque** el material (6') depositado en la zona del borde de estirado de la matriz (3) se deposita mediante soldadura por deposición sobre la

matriz (3).

14. Herramienta de conformado según una de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizada porque** en la matriz (3) está integrada/o una fuente de calor o un canal (8) que conduce fluido de calentamiento, mediante la cual/el cual puede calentarse localmente de manera selectiva la zona del borde de estirado de la matriz (3).

5



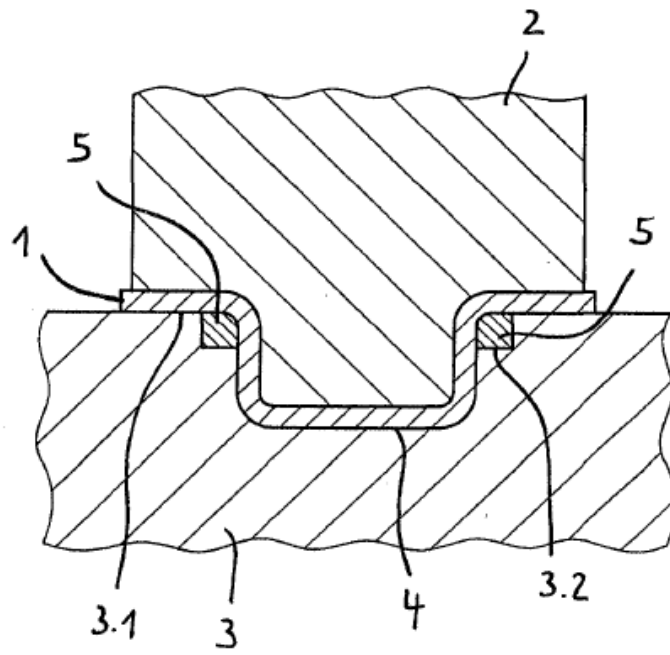


Fig.1

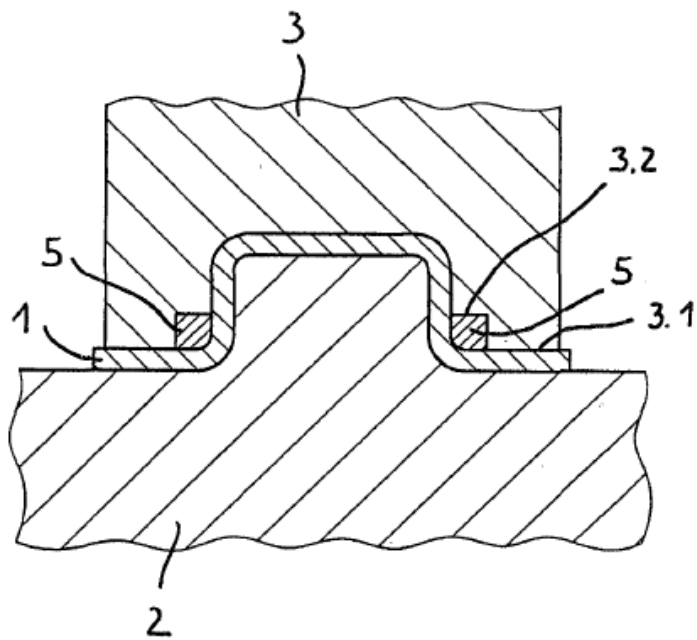


Fig.2

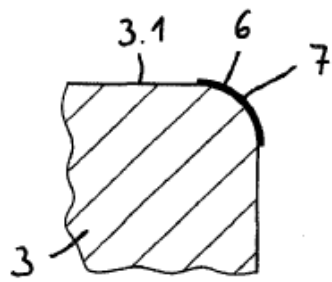


Fig.3

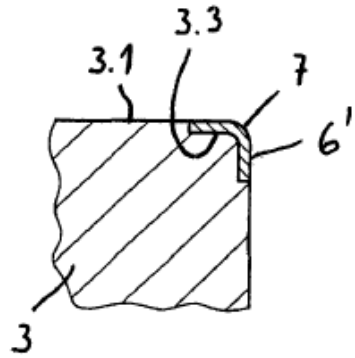


Fig.4

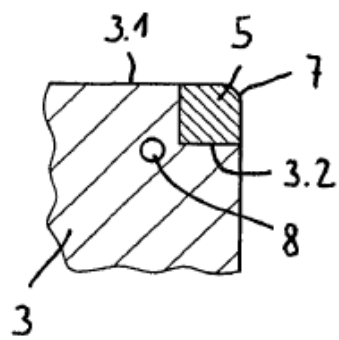


Fig.5

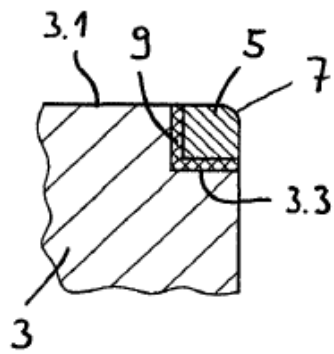


Fig.6

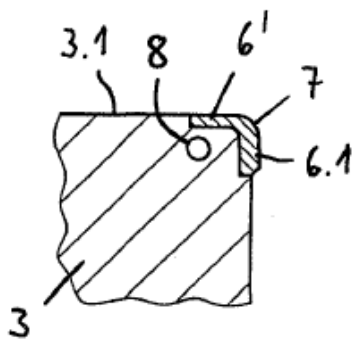


Fig.7

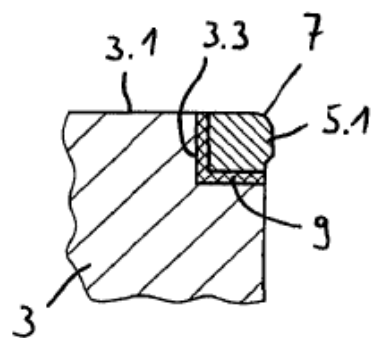


Fig.8