



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 345 304**

51 Int. Cl.:
B21D 39/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08700550 .0**

96 Fecha de presentación : **08.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2117746**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.11.2009**

54 Título: **Procedimiento y herramienta para clinchar chapas metálicas gruesas y utilización de la herramienta.**

30 Prioridad: **13.02.2007 EP 07102274**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.09.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.09.2010

73 Titular/es: **Inventio AG.**
Seestrasse 55 Postfach
6052 Hergiswil, CH

72 Inventor/es: **Trojer, Andreas;**
Matheisl, Michael;
Illedits, Thomas y
Novacek, Thomas

74 Agente: **Aznárez Urbieto, Pablo**

ES 2 345 304 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 2 345 304 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y herramienta para clinchar chapas metálicas gruesas y utilización de la herramienta.

5 La invención se refiere a una herramienta de clinchado para crear una unión resistente de dos piezas de trabajo metálicas, según el concepto general de la reivindicación 1, a un procedimiento para el clinchado de piezas metálicas de trabajo, para crear una unión resistente, según el concepto general de la reivindicación 9, y a la utilización de la herramienta de clinchado según el concepto general de la reivindicación 14.

10 Las características del concepto general están reveladas en la WO 2006/047848 A1.

El clinchado es un procedimiento de conformado y encaje ya conocido desde hace tiempo. Este procedimiento también es denominado de encaje por imposición. El clinchado es una tecnología de unión por técnica transformadora por estampación y embutición, la cual, según sea la forma de construcción, no necesita pieza auxiliar de encaje.

15 Para el clinchado existen diversas variantes con respecto a la creación del elemento de encaje. Una caracterización del clinchado es posible del siguiente modo:

- 20 - según la construcción del elemento de encaje: clinchado con o sin parte de corte;
- según la forma matricial: matriz rígida y abriente;
- según la cinemática de la herramienta: clinchado en una o varias etapas.

25 Lo que sigue se refiere primariamente al clinchado sin parte de corte. Este procedimiento tiene ciertas ventajas frente a los procedimientos convencionales que son aplicados para la unión de chapas u otras piezas de trabajo, como por ejemplo la soldadura, la soldadura por puntos, la unión mediante remaches o remachado de un solo lado, y la utilización de remaches estampados. Frente a los procedimientos convencionales de unión, el clinchado sin parte de corte es más barato si se tiene en cuenta el coste por unión.

30 El clinchado de chapas y otras piezas metálicas de trabajo que son más gruesas de 4 mm, es conocido por la 20067047848A1. Como ha podido averiguarse en el marco de la presente invención, en este procedimiento conocido las fuerzas de apretadura son muy altas, lo que puede ocasionar el daño de las chapas o de las piezas de trabajo al extraer el macho.

35 El cometido de la invención es un procedimiento para clinchar chapas y portadores hechos de chapas gruesas, preferentemente con grosores mayores de 4 mm, con fuerzas de apretadura bajas, trabajándose con un destacamiento óptimo de socavadura y un máximo grosor de cuello posible, para poder garantizar una resistencia correspondiente-mente alta de la unión clinchada. Además, se propone una herramienta correspondiente y su utilización.

40 La solución de este problema se obtiene

- para la herramienta, mediante las características de la reivindicación 1;
- 45 - para el procedimiento, mediante las características de la reivindicación 9; y
- para el uso, mediante las características de la reivindicación 14.

50 En las respectivas reivindicaciones dependientes, se describen y definen ejemplos de construcción y elaboraciones ventajosas de la invención.

Según la invención, es posible clinchar chapas y viguetas de acero o perfiles de acero (aquí denominados de modo genérico piezas de trabajo) con pocas fuerzas de apretadura, teniendo al menos uno de estos elementos un grosor superior a 4 mm.

55 Para hacerlo posible, las herramientas de clinchado han sido elaboradas y optimizadas. Las herramientas o aparatos según la invención se caracterizan porque tienen un macho en forma cónica con dos áreas de transición, presentando el área de transición en la zona de las superficies de los extremos frontales un ángulo mayor que el área de transición superior adyacente. El ángulo de flancos mayor puede ser menor o igual a 10 grados, y pasar a un ángulo de flancos de 5 a cero grados. El diámetro de este macho tiene preferentemente un valor comprendido entre 10 mm y 35 mm. Son preferidos especialmente diámetros entre 12 mm (14 mm, 16 mm, 18 mm) y 20 mm o 25 mm, dependiendo este diámetro del grosor de las piezas de trabajo a unir y de la resistencia y fuerza de tracción necesarias.

65 Con la presente invención, el clinchado se convierte en una alternativa real frente a la soldadura, que hasta ahora es utilizada por lo general como procedimiento de juntura para la unión de chapas o piezas de trabajo gruesas (por ejemplo una chapa St-37, St-44, St-55, St70 o chapa EN-S235, S275, S460) o portadores (grosor < 4 mm). Pero el clinchado también puede sustituir uniones remachadas y atornilladas.

ES 2 345 304 T3

Según la invención, pueden unirse chapas, perfiles y otras piezas aisladas de metal, o piezas metálicas de trabajo de diferente grosor y de diferentes materiales. En el clinchado, la unión de dos piezas metálicas de trabajo se produce exclusiva e inmediatamente a partir del material o los materiales de las piezas metálicas de trabajo. Los elementos unidos mediante clinchado son denominados aquí piezas de trabajo clinchadas.

5

La presente invención hace posible en mayor medida aplicar uniones de piezas metálicas de trabajo, por ejemplo uniones de acero o uniones de chapa perfilada o uniones de piezas de chapa, o bien uniones de tiras de chapa o en general uniones de chapa, para la construcción de ascensores y escaleras mecánicas, pudiéndose fabricar mediante la técnica de clinchado entre otras cosas una parte de la cabina de ascensor o del ascensor y/o del cuarto de máquinas del ascensor, o de la estructura o del armazón que sustenta una escalera mecánica.

10

Mediante la técnica de clinchado, también pueden ser fijadas diferentes piezas de construcción sustentantes, así como andamios, soportes, consolas, esculturas, chasis, paneles o marcos.

15

Con la presente invención se crea una unión indisoluble de dos piezas metálicas de trabajo, que además consigue grandes fuerzas de sujeción (fuerzas de tracción y de cizallamiento). Se pone de manifiesto que, expuestas a esfuerzos dinámicos, las piezas de trabajo clinchadas así fabricadas presentan un comportamiento de sujeción notablemente mejor que las uniones soldadas por puntos.

20

Según la invención, se dejan unir sin problema materiales recubiertos, pero también materiales no recubiertos, lo que ofrece nuevas posibilidades en la elección del material, especialmente en la construcción de ascensores y escaleras mecánicas. Así, pueden ser unidas chapas y/o viguetas de acero galvanizadas, lacadas o recubiertas de material plástico, sin que el recubrimiento sufra daños ostensibles a causa del clinchado.

25

Otra ventaja del clinchado es que para la creación de una unión no se necesitan agujereados, ni piezas auxiliares de acoplamiento o piezas o material de unión. Pero la ventaja principal del clinchado frente a procedimientos tradicionales, consiste en los bajos costes de encaje. Además, no se proporcióna introducción o aportación de calor en las piezas de trabajo a unir, lo que evita la deformación y penetración y los cambios de estructura.

30

A continuación se describen otros detalles y ventajas de la invención, tomando como base un ejemplo de construcción y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que muestran:

Figura 1, el macho de una herramienta de clinchado y dos piezas de trabajo que han sido unidas mediante clinchado, en una representación muy simplificada y esquemática.

35

Figura 2A, un primer paso del clinchado según la invención, en una representación esquemática, sin mostrarse las dos áreas de transición del macho.

40

Figura 2B, un segundo paso del clinchado según la invención, en una representación esquemática, sin mostrarse las dos áreas de transición del macho.

Figura 2C, un tercer paso del clinchado según la invención, en una representación esquemática, sin mostrarse las dos áreas de transición del macho.

45

Figura 3A, un corte a través de dos piezas de trabajo clinchadas.

Figura 3B, un corte parcial o detalle de una zona de la herramienta de clinchado según la invención.

50

Figura 4A, un corte que muestra dos piezas de trabajo clinchadas y una parte de la herramienta de clinchado (no según la invención), teniendo el macho de la herramienta de clinchado un diámetro de 12 mm.

Figura 4B, un corte que muestra dos piezas de trabajo clinchadas y una parte de la herramienta de clinchado (no según la invención), teniendo el macho de la herramienta de clinchado un diámetro de 14 mm.

55

Figura 4C, un corte que muestra dos piezas de trabajo clinchadas y una parte de la herramienta de clinchado (no según la invención), teniendo el macho de la herramienta de clinchado un diámetro de 20 mm.

Figura 5, un corte a través de un perfil de acero, en el que ha sido fijado un perfil de chapa o de acero o un ángulo de acero mediante dos uniones clinchadas.

60

Figura 6A, un corte a través de un macho según la invención, representado de manera esquemática.

Como ya ha sido indicado al principio, en el marco de la presente solicitud de patente se trata del clinchado sin parte de corte. Este tipo de clinchado es un puro proceso de conformado y encaje. La unión de las piezas de trabajo es realizada meramente mediante imposición, en combinación con avellanado y posterior aplastamiento.

65

La idea básica en el desarrollo de este procedimiento sin parte de corte es sobre todo el perseguir una mayor rigidez de unión como consecuencia de una mayor cohesión del material.

ES 2 345 304 T3

El principio de la invención está representado en la figura 1 de modo puramente esquemático. Se muestran dos piezas metálicas de trabajo 11 y 12, que son unidas mediante una unión clinchada 13. Una parte de la herramienta de clinchado 20, que aquí es denominada macho, se muestra por encima de la unión clinchada 13 o del punto de clinchado 10.

5

La herramienta de clinchado 20 incluye un macho y una contraherramienta 30, que puede estar construida como matriz o como yunque. El macho está concebido en simetría rotativa con respecto a su eje de rotación 24. El macho presenta un flanco 25 dispuesto concéntricamente respecto al eje de rotación 24, con un ángulo de flanco W. Con respecto a la superficie del extremo frontal 23 del macho, situada en el extremo, en el flanco 25 se distingue entre un área inferior de transición 21 del flanco 25 con ángulo de flanco W1, colindante con la superficie del extremo frontal 23, y un área superior de transición 22 del flanco 25 con ángulo de flanco W2. Las dos áreas de transición 21, 22 continúan una en la otra. Como se muestra en los ejemplos de construcción según las figuras 1, 3B y 6A, este paso de una a otra áreas puede ser discontinuo y presentar diferentes ángulos de flanco W1, W2. Las piezas metálicas de trabajo 11, 12 a unir (por ejemplo dos chapas de grosor t1 y t2 diferente o igual) son presionadas mediante el macho, de modo parecido al troquelado o al aplastamiento bajo deformación plástica, al interior de un vaciado o hueco o espacio de deformación 31 de la matriz 30, como se muestra en las figuras 2A a-2C. Mediante una conformación especial del vaciado o hueco o espacio de deformación 31 se crea una unión clinchada 13 que presenta una forma parecida a un botón, a un punto de recalcado o a un punto de troquelado. La unión clinchada 13 une las piezas metálicas de trabajo 11, 12 en arrastre de forma y de fuerza, como se indica esquemáticamente en las figuras 1, 2C y 3A y en las figuras 4A a 4C.

Las figuras 2A-2C muestran en tres etapas la formación de la unión clinchada 13 sin parte de corte con una contraherramienta 30, que está conformada como matriz rígida. Esta matriz presenta en la zona de la superficie de mecanización un vaciado o hueco o espacio de deformación 31, deformando el macho las piezas metálicas de trabajo 11, 12 dispuestas sobre la superficie de mecanización, en una zona de intersección o de solapamiento por encima del vaciado o hueco o espacio de deformación 31, de tal manera que se crea una socavadura f, a causa del flujo radial de los materiales hacia el interior del vaciado o hueco o espacio de deformación u hoyo 31. En una primera etapa según la figura 2A se puede apreciar que la primera pieza metálica de trabajo 11 y la segunda pieza metálica de trabajo 12 son dispuestas una adyacente a la otra (es decir puestas una sobre la otra). Después las dos piezas metálicas de trabajo 11, 12, dispuestas una sobre otra, son preparadas conjuntamente sobre una superficie de mecanización de la contraherramienta 30, en forma de matriz. En la figura 2B se muestra cómo es aproximado el macho de la herramienta de estampación 20, y ya ha sido estampado parcialmente en las piezas de trabajo 11 y 12. En una zona de intersección o de solapamiento se deforman las piezas de trabajo 11, 12 bajo la gran presión del macho, y el material "fluye" al interior del vaciado o hueco o espacio de deformación 31 de la matriz 30. El estampamiento o la impresión del macho se produce hasta que la parte inferior 14 de la segunda pieza de trabajo 12 se halla en gran medida en contacto con el fondo del vaciado o hueco o espacio de deformación 31 de la matriz 30. En un siguiente paso el macho es extraído (este paso se corresponde en esencia con la situación mostrada en la figura 1).

Según la invención, para separar se utiliza preferentemente un separador o pisón 40, que facilita la separación del macho después de la deformación de las piezas metálicas de trabajo 11, 12. Tal separador o pisón 40 es especialmente ventajoso en caso de que el macho se quedara aprisionado en la unión clinchada 13, a causa de las fuerzas surgidas con la conformación y las deformaciones de material. El separador 40 se apoya (por así decirlo) en la superficie 15 de la pieza metálica de trabajo 11 superior, situada por el lado del macho, mientras el macho es retornado o retraído. Con conocimiento de la presente invención el experto puede naturalmente realizar también un separador por el lado de la matriz, en vez de un separador por el lado del macho.

Preferentemente las piezas metálicas de trabajo 11 y 12 a unir son presionadas contra la matriz 30 mediante un pisón que es designado en la figura 1 por el número 41 o 40. La herramienta de remachado 20 incluye un cilindro de presión (por ejemplo un cilindro hidráulico, cilindro de gas comprimido, cilindro neumohidráulico, o cilindro servoelectrico), que produce el recorrido hacia delante del macho hacia las piezas metálicas de trabajo 11 y a continuación 12. En una primera fase, se produce el recorrido hacia delante del macho (figura 2A), luego viene la fase de estampamiento, en la cual el macho es estampado en las piezas metálicas de trabajo 11, 12 y éstas son aplastadas y deformadas (figuras 2B y 2C). Para finalizar se produce una fase designada como recorrido de retroceso del macho (ver figura 1).

Como consecuencia de la presión de aplastamiento durante el estampamiento se produce un flujo transversal del material de las piezas de trabajo 11 y 12, a causa de lo cual la matriz 30 con el vaciado o hueco o espacio de deformación 31, por ejemplo en forma de una ranura anular (incorporada), es rellenada lo más posible o completamente, y es creada una socavadura en la pieza metálica de trabajo 11, situada por el lado del macho, y en la pieza metálica de trabajo 12, situada por el lado de la matriz (ver figura 3A). Para juzgar una unión clinchada 13, como se muestra en la figura 3A, lo principal y de más importancia son la socavadura f y el grosor de cuello tn, ya que la capacidad sustentadora de la unión clinchada 13 está en directa correlación con estas magnitudes indicativas. Una unión clinchada 13 y las piezas de trabajo 11, 12 pueden además ser caracterizadas por los siguientes datos: diámetro interior di del elemento de encaje o macho, la altura sobrante h, el grosor de fondo restante tb2 de la pieza metálica de trabajo 12 situada por la parte de la matriz, el grosor del fondo restante tb1 de la pieza metálica de trabajo 11 situada por la parte del macho, el grosor de la pieza metálica de trabajo t2 del lado de la matriz, el grosor de la pieza metálica de trabajo t1 del lado del macho, y grosor de la pieza de trabajo completa tt. Un valor típico para la socavadura f es 0.5 mm, y un valor típico para el grosor del cuello tn es 1.5 mm.

ES 2 345 304 T3

Han sido realizadas diversas pruebas y experimentos para optimizar el proceso de clinchado, en sí ya conocido, y para modificarlo de modo que puedan ser clinchadas piezas metálicas de trabajo 11, 12 de un grosor superior a 4 mm sin que surjan fuerzas de apretadura demasiado altas. Se hicieron simulaciones y a continuación fueron fabricadas diferentes herramientas y fueron realizadas pruebas de encaje, para poder comparar con la referencia de la simulación los cortes transversales, las fuerzas de encaje y de pisón averiguadas (en experimento). Como base para los análisis del dimensionado de las herramientas sirvieron principios básicos de conformación de herramientas para el clinchado sin parte de corte con matriz rígida 30.

Los primeros análisis han dado como resultado que, para la creación de una unión clinchada 13, para un diámetro menor de macho (diámetro $D_2 = 12$ mm o 14 mm) tienen que ser empleadas fuerzas de encaje de aprox. 400 kN a 510 kN, y para el diámetro mayor de macho ($D_2 = 20$ mm) fuerzas de aprox. 670 kN (incluida la fuerza de pisón. Estos resultados en sí se hallan en el rango del resultado esperado. (Sin embargo a pesar de la lubricación de la herramienta se produjo un fuerte agarrotamiento del macho en la pieza de trabajo).

Análisis más detallados sobre el agarrotamiento del macho han mostrado que el agarrotamiento es debido a una tensión radial que actúa sobre el flanco del macho. Se sabe que sobre todo aparecen tensiones radiales altas en la zona de transición superior 22 del flanco 25. En un siguiente paso de optimización se modificó la geometría del macho con el objetivo de que actúe sobre el flanco 25 una tensión radial reducida. A causa de que en las primeras variantes de herramienta los grosores del cuello t_n y los valores de socavadura f de los machos con los diámetros $D_2 = 12$ mm y $D_2 = 14$ mm eran casi iguales, se procedió a ulteriores optimizaciones. Se hicieron también análisis en piezas de trabajo con diferente grosor global de la pieza de trabajo t_t , y con piezas de trabajo 11, 12 con respectivos grosores t_1 , t_2 diferentes. Se comprobó que machos de uso corriente en el comercio o convencionales no solo muestran la fuerte tendencia al agarrotamiento cuando se pasa a grosores globales de pieza de trabajo $t_t > 8$ mm, sino que en la zona entre las piezas de trabajo 11, 12 se produce un hueco (ver X en la figura 4C). Este hueco X limita y reduce la resistencia de la correspondiente unión clinchada 13.

Los diferentes pasos de optimización han llevado a la conclusión de que la conformación de los flancos del macho influyen en el agarrotamiento y la producción del hueco X. Para reducir o impedir totalmente estos dos efectos negativos, fueron desarrollados y probados machos con forma al menos parcialmente cónica. Eligiendo adecuadamente el correspondiente ángulo de flanco W , W_1 , W_2 , el agarrotamiento pudo ser reducido o completamente impedido, sin que se produjera un hueco ostensible. Se ha demostrado que estos dos efectos solo están relacionados en parte, y en parte incluso se manifiestan en sentido contrario. Mediante la elección de un área de ángulo adecuada pudieron minimizarse ambos efectos.

En los análisis mostrados en las figuras 4A a 4C y descritos a continuación, el macho, que no corresponde a la invención, siempre tiene un ángulo de flanco de macho constante $W = 5^\circ$, es decir $D_1 < D_2$. O dicho con otras palabras, por lo menos aquella parte del macho que al ser estampado entra en contacto con las piezas de trabajo 11 y 12, se estrecha hacia abajo (es decir hacia el extremo del macho que está por la parte de las piezas de trabajo).

Algunos aspectos de los diversos análisis están representados en las figuras 4A a 4C, ya que son válidos análogamente para el macho según la invención. Se muestra el comportamiento de flujo de las piezas de trabajo 11, 12 al aplicarse machos de diverso diámetro. En la figura 4A se muestra como se deforman las dos piezas metálicas de trabajo 11, 12 cuando el macho tiene un diámetro de 12 mm. En la figura 4B se muestra como se deforman las dos piezas metálicas de trabajo 11, 12 cuando el macho tiene un diámetro de 14 mm. En la figura 4C se muestra como se deforman las dos piezas metálicas de trabajo 11, 12 cuando el macho tiene un diámetro de 20 mm. En los tres dibujos se muestra una imagen del momento justo antes de iniciarse el recorrido de retroceso del macho.

En las figuras 4A a 4C, se puede apreciar que el diámetro D_2 del macho influye sobre el flujo transversal de los materiales o las piezas metálicas de trabajo. En el macho con el diámetro de 12 mm el material de la pieza metálica de trabajo 12 no fluye del todo al hueco formado por el vaciado o espacio de deformación 31, como se puede apreciar en la zona designada con una Y. En un macho de 14 mm se da un buen "relleno" del vaciado o hueco o espacio de deformación 31. Si se utiliza un macho con diámetro de 20 mm, aparece un hueco (designado con una X en la figura 4C) entre las piezas de trabajo 11 y 12.

Como han mostrado los diversos análisis e investigaciones, el diámetro del macho solo es uno de diferentes parámetros que influyen directamente sobre el proceso de clinchado y la resistencia de la unión clinchada 13. Se ha puesto de manifiesto que al clinchar piezas de trabajo gruesas con $t_t > 8$ mm, la conformación del flanco 25 juega un papel particularmente importante y significativo.

Según esto, la presente invención se caracteriza porque el macho, que es estampado para la deformación en las piezas metálicas de trabajo 11 y 12, tiene una forma cónica. La forma cónica del macho se extiende por lo menos por una parte (denominada zonas de transición 21, 22) de la longitud L del macho que es estampada o apretada en las piezas de trabajo 11, 12. La forma cónica resulta de que el flanco 25 del macho, véase figura 3B, está hecho en forma cónica al menos por la zona inferior de transición 21 y en dirección a la superficie del extremo frontal 23, y presenta un ángulo de flanco W_1 menor o igual a 10 grados, preferentemente menor o igual a 5 grados. Como se muestra además en las figuras 1 y 6A, el ángulo de flanco W_2 de la zona superior de transición 22 es preferentemente de cero grados, o también preferentemente menor o igual a 5 grados (ejemplos de construcción según las figuras 4A a 4C, así como 6A).

ES 2 345 304 T3

Han dado resultados especialmente buenos machos con un diámetro D2 comprendido entre 10 mm y 20 mm y con un ángulo de flanco W, W1, W2 que pasa de un primer ángulo W1 a un segundo ángulo W2, siendo el primer ángulo W1 menor o igual a 10 grados, y preferentemente menor o igual a 5 grados, y el segundo ángulo W2 menor o igual a 2 grados, y preferentemente de 0 a 1 grados. Aquí el primer ángulo W1 se encuentra en la zona de transición inmediata (inferior) 21 en dirección a la superficie del extremo frontal 23 (es decir en la zona del extremo del macho situado por la parte de la pieza de trabajo), y el segundo ángulo W2 se encuentra por la zona de transición (superior) 22 que se aleja de la pieza metálica de trabajo 11, 12 o que se mantiene fuera o que sobresale hacia afuera (es decir en la zona situada por la parte de la herramienta).

Esta construcción de machos cónicos muestra una tendencia al agarrotamiento marcadamente menor, y no se forman huecos X (o poco acusados). Pero la ventaja de la tensión radial reducida, y con ello de la menor tendencia al agarrotamiento, tiene como "precio" la aparición del hueco X entre las piezas metálicas de trabajo 11, 12. Es decir, el ángulo de flanco W, W1, W2 no puede elegirse libremente, ya que entonces el hueco X se haría demasiado grande, y la resistencia de la unión clinchada demasiado pequeña.

Son ideales las formas de construcción del macho en las que el repliegue del flanco o la reducción del flanco que produce el ángulo de flanco no es demasiado grande, ya que en caso de un repliegue del flanco o reducción del flanco demasiado grande, la presión en dirección radial sobre las piezas de trabajo 11, 12 es demasiado pequeña, y con ello se reduce el flujo transversal del material o de la pieza de trabajo.

Los valores de ángulo indicados para W, W1, W2 también han dado buenos resultados porque las uniones clinchadas creadas con estos machos presentan, para el grosor del cuello t_n y para la socavadura f , valores parecidos y comparables a los de los machos de chapa fina puramente cilíndricos de uso corriente en el comercio. Esto es un argumento a favor de una resistencia a la tracción comparable e idéntica de las correspondientes uniones clinchadas 13.

La forma cónica del macho se extiende por lo menos a las zonas de transición 21, 22, con aquella longitud L del macho, que son estampadas en las piezas de trabajo 11, 12. Esta longitud L en piezas metálicas de trabajo cuyo grosor global de pieza de trabajo $t_t > 8$ mm, puede calcularse del siguiente modo: $0,3 t_t \leq L \leq 2 t_t$. Es decir, las zonas de transición 21, 22 de forma cónica corresponden a un valor entre tres décimas partes del grosor global de piezas de trabajo t_t , y el doble del grosor global de piezas de trabajo t_t .

Las diferentes formas de macho según la invención son explicadas resumidamente a continuación, en base a las figuras 1 y 6A.

Forma de construcción	1	2
Figura	1	6 ^a
Diámetros típicos	D1 < D2 y $10\text{mm} \leq D2 \leq 30\text{mm}$	D1 < D2 y $10\text{mm} \leq D2 \leq 30\text{mm}$
Longitud L de las zonas de transición 21, 22	$0,3t_t \leq L \leq 2t_t$	$0,3t_t \leq L \leq 2t_t$
Ángulo	W1 ≤ 10 grados en la zona inferior de transición 21 y W2 = 0 en la zona superior de transición 22	W1 ≤ 10 grados en la zona inferior de transición 21 y 0 grados ≤ W2 en la zona superior de transición 22, siendo W1 > W2

Las resistencias resultantes que se consiguen con los machos según la invención, por ejemplo con un macho con 12 mm de diámetro y un flanco de macho de 5°-0° (forma de construcción 2, figura 6A), ascienden por término medio a más de 50 kN o 55 kN. En condiciones escogidas con especial cuidado, la fuerza de tracción incluso se halla en aprox. 58 kN, y solo presenta una dispersión nimia de pocos tantos por ciento.

ES 2 345 304 T3

Con la herramienta de estampación 20 según la invención, también se pueden aplicar dos uniones clinchadas 13 vecinas (ver figura 5), para elevar más aún la resistencia de tracción y la resistencia de cizallamiento. En este caso se ha demostrado que la resistencia de tracción pudo ser elevada a valores de casi el doble que con una sola unión clinchada 13. Las pruebas podían ser cargadas por término medio con aprox. 118 kN.

Una herramienta de clinchado 20 especialmente ventajosa presenta dos machos del mismo tipo, que están dispuestos uno al lado del otro, y son capaces de unir la primera pieza de trabajo 11 con la segunda pieza de trabajo 12 mediante dos uniones clinchadas. Así son creadas dos uniones clinchadas al mismo tiempo, con un movimiento de ajuste y un movimiento de estampación. El ejemplo de una correspondiente unión doble por clinchado se muestra en la figura 5. En el ejemplo mostrado se aprecia que, según la invención, es posible por ejemplo unir una viga de perfil de acero 11 (primera pieza metálica de trabajo) con una chapa fina o llanta de acero o hierro plano o perfil de acero o perfil de chapa o ángulo de chapa perfilada 12 (segunda pieza metálica de trabajo), mediante dos uniones clinchadas 13 adyacentes.

Para la conformación de fuerza del separador 40 hay que tener en cuenta dos criterios. Por un lado la fuerza de separación o de separador tiene que ser mayor a la fuerza de agarrotamiento del macho. Este valor naturalmente depende mucho de la geometría del macho aplicado, como ha sido descrito, pero también de la lubricación o revestimiento de las herramientas. Fuerzas máximas de expulsor de 30 kN a 40 kN han dado resultados muy fiables. Con una conformación óptima de los ángulos de flanco W o de la conicidad del macho, son suficientes fuerzas de expulsor de 25 kN. Para el macho de 5°-0° (forma de construcción 2, figura 6A) puede incluso tomarse en consideración una mayor reducción de la fuerza del expulsor, ya que aquí nunca se producirá un agarrotamiento del macho.

En una forma de construcción especialmente ventajosa, el separador 40 hace al mismo tiempo las funciones de pisón (41) y tiene tales dimensiones que las piezas metálicas de trabajo 11, 12 sufren una deformación lo menor posible, para mantener lo menor posible la contracción deformadora de las piezas de trabajo 11, 12, o la ausencia de la misma.

Con los machos y las herramientas de clinchado según la invención, o las respectivas máquinas de clinchado que presentan o poseen los correspondientes machos, pueden fabricarse piezas de construcción o grupos constructivos o elementos de construcción especialmente estables y fiables, de una manera lo más simple, fácil, barata y fiable. El coste de estas piezas de construcción o estos grupos constructivos o elementos de construcción con uniones clinchadas 13, es menor que el de las uniones soldadas, remachadas o atornilladas. Los costes de material de unión para piezas de construcción o grupos constructivos o elementos de construcción con uniones por clinchado 13 son nulos. Además el tiempo de fabricación es limitado o reducido o disminuido a un mínimo.

Según la invención, las uniones clinchadas 13 sin parte de corte pueden ser producidas también con matriz abriente. Después del proceso de estampación, son presionadas hacia afuera láminas de la matriz que descansan haciendo muelle, a causa del flujo radial del material de la pieza de trabajo por debajo del macho, y de esta manera se hace posible la formación de la socavadura.

Además de las ventajas del clinchado convencional, puede también aplicarse el clinchado sin matriz, en el que se utiliza como contraherramienta 30 un yunque con superficie de mecanizado plana, deformando el macho las piezas metálicas individuales o las piezas metálicas o las piezas metálicas de trabajo, dispuestas sobre la superficie de mecanizado, de tal manera en una zona de intersección o de solapamiento, que se produce un relieve por el lado del yunque, y luego, por flujo radial de los materiales, una socavadura f local. A causa de su principio de funcionamiento especial, el clinchado sin matriz presenta las siguientes ventajas:

- la calidad de la unión 13 no es menoscabada por un relleno entre el macho (de encaje) y la contraherramienta (yunque). Con ello disminuyen los requisitos de exactitud de la máquina de encaje.
- Pueden eliminarse trabajos de ajuste que cuestan tiempo.
- Disminuye el desgaste y aumenta la seguridad del proceso, ya que no pueden aparecer erupciones en el borde de la matriz.
- Puede utilizarse el mismo yunque para todas las funciones de encaje. Ya no es necesario un cambio de matriz al cambiar la función de encaje, como ocurre con el clinchado tradicional.
- Las uniones de encaje 13 son más planas y menos molestas que las uniones producidas con el clinchado convencional.
- Es posible una modificación del grosor de chapa sin cambios de herramienta, lo que además ahorra tiempo de fabricación valioso.
- Se efectúa sin problemas una modificación del aparejamiento de materiales.
- El clinchado sin matriz aumenta el número de uniones clinchadas o puntos de encaje por juego de herramientas o por macho (de encaje).

REIVINDICACIONES

5 1. Herramienta de clinchado (20) para la fabricación de una unión resistente de una primera pieza metálica de trabajo (11) con una segunda pieza metálica de trabajo (12), incluyendo la herramienta de clinchado (20) una herramienta de estampación y una contraherramienta (30), que forman conjuntamente mediante deformación una unión clinchada de las dos piezas metálicas de trabajo (11, 12) que une la primera pieza de trabajo (11) con la segunda pieza de trabajo (12), presentando la herramienta de estampación un macho (21, 22) que está construido con simetría rotatoria con respecto a un eje de rotación (24) del macho, y que presenta un flanco (25), dispuesto concéntricamente con respecto al eje de rotación, y una superficie del extremo frontal (23) perpendicular con respecto al eje de rotación (24), teniendo el flanco (25) del macho, al menos en la zona inferior de transición (21) en dirección a la superficie del extremo frontal (23), una forma cónica, y presentando un ángulo de flanco (W, W1, W2) menor o igual a 10 grados, preferentemente menor o igual a 5 grados, **caracterizada** porque el ángulo de flanco (W, W1, W2) pasa de un primer ángulo (W1) inmediato al extremo de la zona inferior de transición (21), que lleva a la superficie de extremo frontal (23), a un segundo ángulo (W2) de una zona superior de transición (22), siendo el primer ángulo (W1) mayor que el segundo ángulo (W2), y porque en el proceso de transformación el macho al menos en parte es también estampado en las piezas metálicas de trabajo (11, 12) por la zona superior de transición (22).

20 2. Herramienta de clinchado (20) según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la longitud total (L) del macho que es estampada en las piezas metálicas de trabajo (11, 12) en el proceso de transformación, tiene forma cónica.

25 3. Herramienta de clinchado (20) según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada** porque el primer ángulo (W1) es menor o igual a 10 grados y preferentemente menor o igual a 5 grados, y el segundo ángulo (W2) es menor o igual a 2 grados y preferentemente de 0 a 1 grados.

4. Herramienta de clinchado (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el macho tiene un diámetro (D2) comprendido entre 10 y 30 mm o 35 mm, estando el diámetro (D2) preferentemente entre 12 y 20 mm o 25 mm (inclusive).

30 5. Herramienta de clinchado (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la contraherramienta (30) está construida como un yunque, que presenta una superficie de mecanizado plana o lisa u horizontal.

35 6. Herramienta de clinchado (20) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque la contraherramienta (30) está construida como matriz que presenta un vaciado o hueco o espacio de deformación (31).

40 7. Herramienta de clinchado (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque incluye o presenta o engloba un pisón (41, 40) para la fijación de las piezas metálicas de trabajo (11, 12) y un separador (40) para la separación del macho después de la deformación de las piezas metálicas de trabajo (11, 12).

45 8. Herramienta de clinchado (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque presenta dos machos del mismo tipo, que están dispuestos uno al lado del otro y que son capaces de unir la primera pieza metálica de trabajo (11) con la segunda pieza metálica de trabajo (12) mediante sendas uniones clinchadas (13).

9. Procedimiento para la aplicación de una tecnología de unión por técnica de deformación por estampación y embutición para crear una unión resistente de una primera pieza metálica de trabajo (11) con una segunda pieza metálica de trabajo (12), siendo formada, por transformación local mediante una herramienta de estampación (20) y una contraherramienta (30), una unión clinchada (13) que une la primera pieza de trabajo (11) a la segunda pieza de trabajo (12), y que comprende los pasos de:

- 50
- superposición y preparación o alineación de la primera pieza de trabajo (11) y de la segunda pieza de trabajo (12) sobre una superficie de mecanización de la contraherramienta (30),
 - aproximación de un macho de la herramienta de estampación (20),
 - 55 - estampación del macho en las piezas metálicas de trabajo (11, 12) ensambladas, hasta que el lado inferior de la segunda pieza metálica de trabajo (12) hace contacto con una zona de la contraherramienta (30),
 - extracción del macho,

60 **caracterizado** porque el macho presenta un flanco (25) que, al menos en una zona inferior de transición (21) en dirección a la superficie del extremo frontal (23), tiene una forma cónica y presenta un ángulo de flanco (W, W1, W2) menor o igual a 10 grados, preferentemente menor o igual a 5 grados, pasando el ángulo de flanco (W, W1, W2) de un primer ángulo (W1) inmediato al extremo de la zona inferior de transición (21) que lleva a la superficie de extremo frontal (23), a un segundo ángulo (W2) de una zona superior de transición (22), siendo el primer ángulo (W1) mayor que el segundo ángulo (W2), y porque al estampar el macho, la zona superior de transición (22) también penetra, al menos en parte, en las piezas metálicas de trabajo (11, 12).

ES 2 345 304 T3

10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque se aplica un separador (40) al extraer el macho, para hacer posible una separación en caso de agarrotamiento del macho o de la herramienta de estampación (20) en las piezas metálicas de trabajo (11, 12).

5 11. Procedimiento según las reivindicaciones 9 y 10, **caracterizado** porque antes de la separación el separador (40) es arrimado a la superficie (15) de la primera pieza de trabajo (11), y porque durante la separación con ayuda del separador (40) es ejercida una fuerza contra las piezas metálicas de trabajo (11, 12), mientras una fuerza que actúa en sentido contrario retrae el macho.

10 12. Procedimiento según la reivindicación 9, 10 u 11, **caracterizado** porque la contraherramienta (30) está construida como matriz que presenta un vaciado o hueco o espacio de deformación (31) en la zona de la superficie de mecanizado, deformando el macho las piezas metálicas de trabajo (11, 12), dispuestas sobre la superficie de mecanización, (en una zona de intersección o de solapamiento por encima de) el vaciado o hueco o espacio de deformación (31), de tal manera que mediante flujo radial de los materiales se forma una socavadura local (f) en el vaciado o hueco
15 o espacio de deformación (31).

13. Procedimiento según la reivindicación 9, 10 u 11, **caracterizado** porque se aplica como contraherramienta (30) un yunque con superficie de mecanizado lisa o plana u horizontal, deformando el macho las piezas metálicas de trabajo (11, 12), alineadas o dispuestas sobre la superficie de mecanizado, en una zona de intersección o de solapamiento de
20 tal manera que primero se forma un relieve por el lado del yunque, y luego por flujo radial de los materiales una pequeña socavadura local (f).

14. Utilización de una herramienta de clinchado (20) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 8, **caracterizada** porque es aplicada la herramienta de clinchado (20) para unir fuertemente dos piezas metálicas de
25 trabajo (11, 12) mediante al menos una socavadura local (f), presentando las dos piezas metálicas de trabajo (11, 12) un grosor total (tt) mayor que 8 mm.

15. Utilización según la reivindicación 14, **caracterizada** porque la primera pieza metálica de trabajo (11) es más gruesa que la segunda pieza metálica de trabajo (12).
30

16. Utilización según la reivindicación 14 y/o 15, **caracterizada** porque la primera pieza metálica de trabajo (11) o la segunda pieza metálica de trabajo (12) es un perfil de acero o un perfil de chapa o un ángulo de acero o llanta de
35 acero o hierro plano o tubo perfilado o pieza plana o tira de chapa o una vigueta de acero.

40

45

50

55

60

65

70

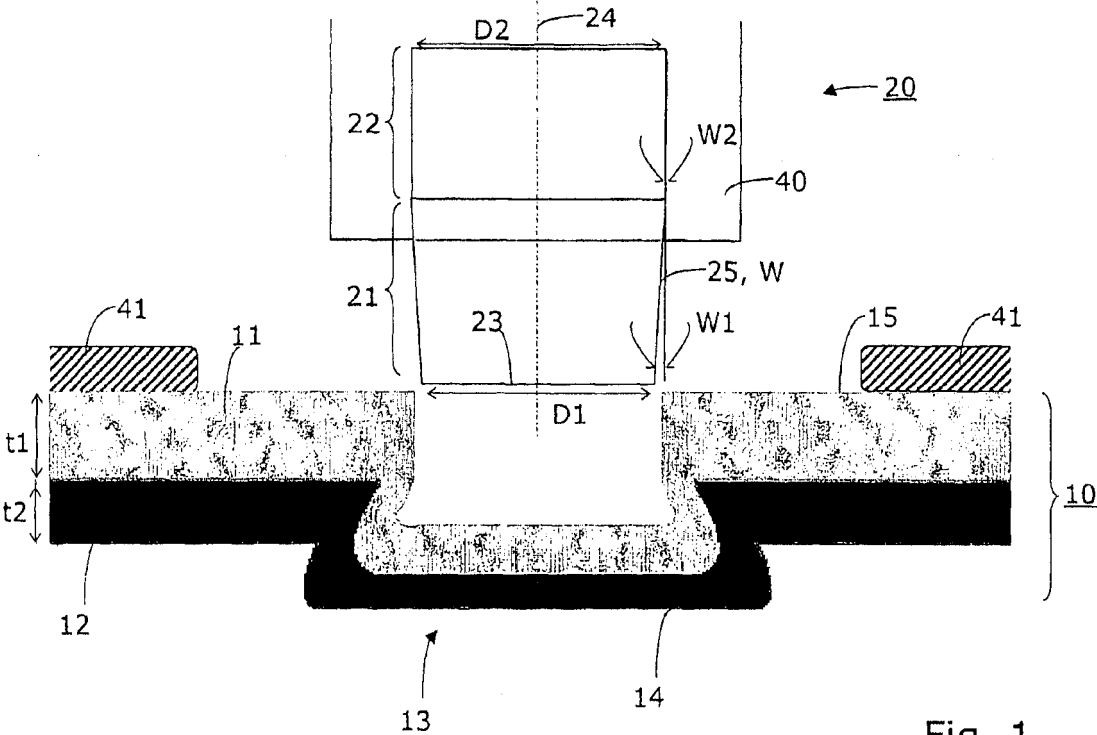


Fig. 1

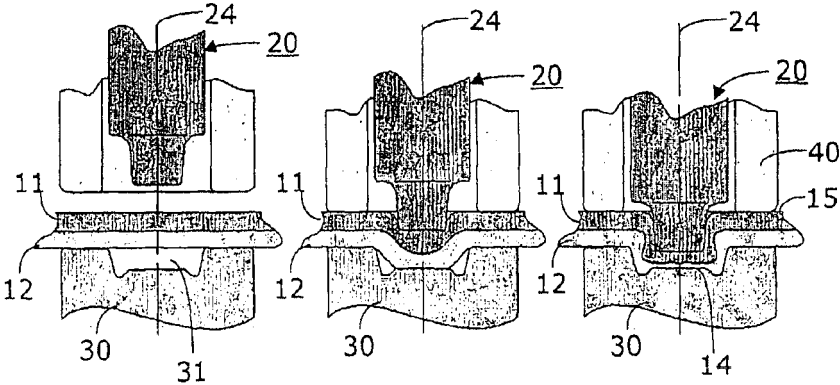


Fig. 2A

Fig. 2B

Fig. 2C

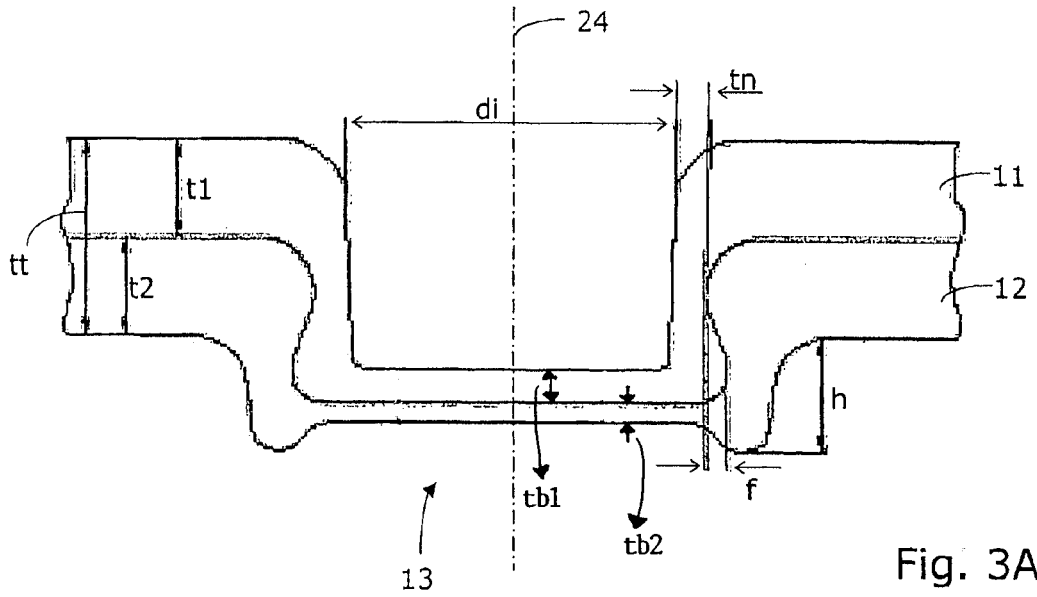


Fig. 3A

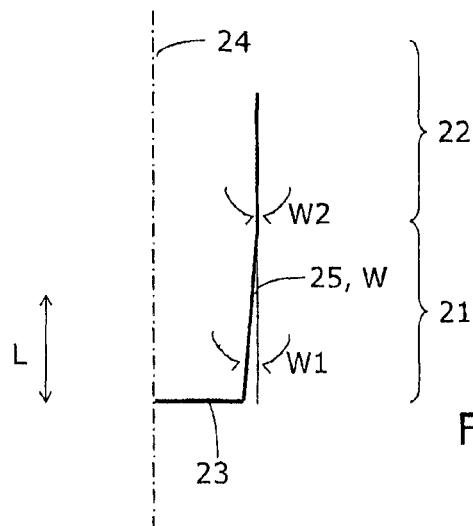


Fig. 3B

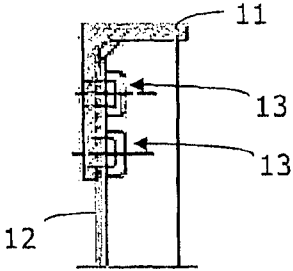
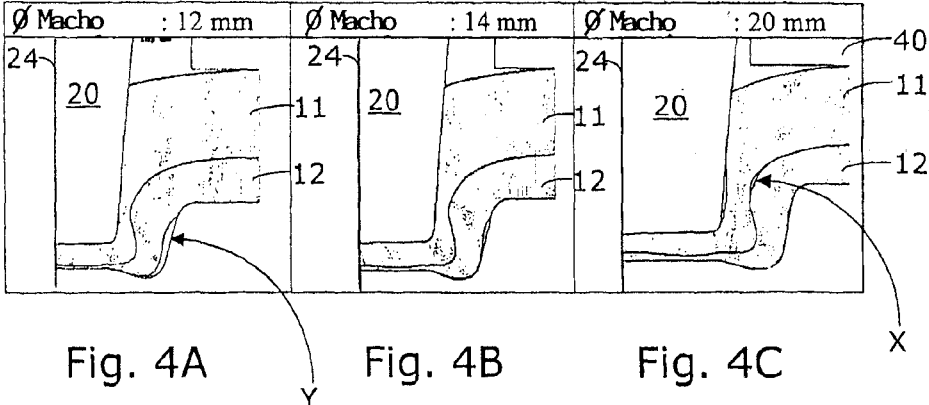


Fig. 5

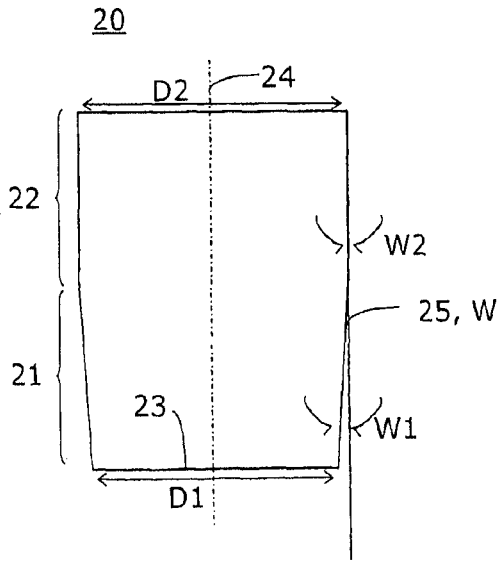


Fig. 6A