

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 470 674**

51 Int. Cl.:

**C21D 9/08** (2006.01)

**C21D 9/14** (2006.01)

**C21D 1/25** (2006.01)

**C21D 6/00** (2006.01)

**C22C 38/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2006 E 06775881 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 1926837**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de tubos de acero de precisión elaborados en frío**

30 Prioridad:

**21.09.2005 DE 102005046459**

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

**24.06.2014**

73 Titular/es:

**SALZGITTER MANNESMANN PRECISION GMBH  
(100.0%)**

**Kissinger Weg  
59067 Hamm, DE**

72 Inventor/es:

**SIEKMEYER, JOSEF;  
MUSSMANN, WOLFGANG;  
SEE, LOTHAR y  
HERZIG, SVEN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 470 674 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de tubos de acero de precisión elaborados en frío

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de tubos de acero de precisión elaborados en frío, en particular estirados en frío, conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 En este sentido se consideran en particular los tubos de acero de precisión según DIN EN 10305, partes 1 y 2, que en su estado de trabajo, expuestos a elevada presión interna, por ejemplo tubos para cilindros, encuentran aplicación en el sector hidráulico o neumático.

El proceso de fabricación fundamental de los tubos de acero de precisión estirados en frío, sin cordón de soldadura o soldados, se describe, por ejemplo, en el Stahlrrohr Handbuch, edición 12, 1995, Editorial Vulkan, Essen.

- 10 Los tubos fabricados de esta manera se caracterizan particularmente por estrechas tolerancias de espesores de pared y de diámetros.

El producto de partida puede ser un tubo previo, o bien elaborado sin cordón de soldadura por laminación en caliente o bien fabricado por medio de soldadura de inducción de alta frecuencia (soldadura HFI) a partir de una banda laminada en caliente.

- 15 Este tubo previo denominado goa (Luppe) en el siguiente proceso de estirado en frío, que puede comprender uno o varios estirados, se estira hasta la dimensión de acabado exigida (diámetro, espesor de pared) hasta obtener el tubo acabado.

Por la conformación en frío se produce un endurecimiento del material, es decir se elevan su límite elástico y resistencia, mientras que a la vez disminuyen sus valores de alargamiento y tenacidad.

- 20 Éste es un efecto deseado para muchas aplicaciones. Sin embargo, debido a la reducida capacidad de conformación, antes de otros procesos de conformación en algunos casos es necesario un tratamiento térmico de recristalización, para hacer que el material sea de nuevo conformable en frío para el siguiente proceso de estirado.

Las propiedades de tubos de acero de precisión fabricados de esta manera se describen en la norma DIN EN 10305, partes 1 y 2.

- 25 Como tipos de aceros se emplean tanto los aceros de calidad no aleados, hasta el E 355, como también calidades de alta resistencia, hasta el StE 690.

Para la utilización de esta clase de tubos expuestos a alta presión interna, por ejemplo tubos para cilindros hidráulicos, se demandan elevadas exigencias a su tenacidad. Los cilindros hidráulicos gobiernan la ejecución de movimientos en muchos aparatos y máquinas, las cuales eventualmente se utilizan también al aire libre a grandes diferencias de temperatura.

- 30 Bajo condiciones de temperatura de hasta -20°C en el caso de cilindros o tubos de los materiales usados hasta ahora, sometidos a presión, no se podía excluir con seguridad el riesgo de daños a personas y cosas, a causa de la tendencia a la rotura frágil.

- 35 Las investigaciones han puesto de manifiesto, que la exigencia habitual hasta ahora de 27 J de resiliencia a -20°C en muestras normalizadas, tampoco es suficiente para excluir con alta seguridad un fallo de la pieza por rotura frágil a esta temperatura.

Los ensayos comparativos sistemáticos en tubos para cilindros listos para el montaje, incluyendo ensayos de resiliencia, ensayos de rotura por caída de peso (Drop-Weight-Tear-Tests) y ensayos en piezas constructivas muestran que únicamente para un valor mínimo de la resiliencia que en el ensayo de rotura por caída de peso (DWT) dé una proporción del 50% de rotura por cizalladura, se puede esperar un fallo de la pieza constructiva en ampliamente dúctil.

- 40 Pero esto, para los valores a conseguir en el ensayo de resiliencia, por ejemplo para un St52, significa un valor mínimo de aproximadamente 80 J a la temperatura de trabajo, el cual proporcione a la pieza constructiva suficientes reservas de deformación plástica y evite el riesgo de una rotura frágil de la pieza constructiva en varias partes.

- 45 Sin embargo, con los procedimientos de fabricación aplicados hasta la fecha el valor del trabajo de resiliencia obtenido en el ensayo de resiliencia para el tubo acabado no se puede elevar al nivel exigido.

A partir de "Tubos de Precisión de Acero para Hidráulica y Neumática, tubos HP-HPS-HPZ-HPK", 23 de septiembre 2004, Mannesmann Röhrenwerke/MHP Mannesmann Prezisrohr es conocida la fabricación de tubos de precisión de acero para la industria hidráulica y la industria neumática, utilizando para tubos HPZ calidades de acero modificadas, las cuales en la zona de bajas temperaturas evitan una rotura de la pieza constructiva en varias partes/rotura frágil y

- 50

con ello aumentan la seguridad de trabajo. Los tubos se suministran con recocido de distensionado, llevándose a cabo el recocido después del último enfriamiento.

- 5 Además, por H.-J. Bargel, G. Schulze: "Werkstoffkunde" 1988, VDI-Verlag GMBH Düsseldorf, páginas 173-175, se sabe que por la bonificación del acero se puede conseguir una alta seguridad a la rotura frágil, así como un límite elástico suficiente, para una alta resiliencia.

Misión de la invención es proporcionar un procedimiento para la fabricación de tubos de precisión de acero elaborados en frío, en particular estirados en frío, para su utilización como tubos para cilindros con sobrecarga de presión, con el cual de una forma sencilla y a un costo favorable se pueda conseguir con seguridad un fallo ampliamente dúctil del tubo también a temperaturas de trabajo de hasta -20°C.

- 10 Esta misión se resuelve partiendo del preámbulo, en combinación con los rasgos característicos de la reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Según las conclusiones de la invención se aplica un procedimiento, en el cual el tubo previo se elabora por estirado en una o varias pasadas, sometiendo el tubo antes de acabar de estirar a un tratamiento de bonificación, y el tubo de acero presenta la siguiente composición química (en %):

- 15 C = 0,05 – 0,25  
 Si = 0,15 – 1,0  
 Mn = 1,0 – 3,5  
 Al = 0,020 – 0,060  
 V max. 0,20  
 20 N max. 0,150  
 S max. 0,030

con adiciones opcionales de uno o varios elementos de aleación tales como Cr, Mo, Ni, W, Ti ó Nb, el resto hierro, así como las impurezas debidas al proceso de fusión.

- 25 La adición opcional de elementos de aleación se fija según el perfil de propiedades exigido, es decir, en particular en correspondencia con las propiedades mecánicas deseadas y presentan los siguientes contenidos (en % en peso):

- Cr max. 0,80  
 Mo max. 0,65  
 Ni max. 0,90  
 W max. 0,90  
 30 Ti max. 0,20  
 Nb max. 0,20

- 35 El tratamiento de bonificación en sí consta de un temple clásico con el subsiguiente revenido de los tubos. La austenización, adaptada al correspondiente material, se lleva a cabo a temperaturas de aproximadamente 910 – 940°C, seguida de un proceso de temple formador de una estructura de temple. El enfriamiento rápido puede tener lugar por distintos medios de temple, habitualmente el enfriamiento rápido se efectúa por agua mediante una ducha de agua. En el caso de emplear materiales templables en aire el enfriamiento tiene lugar, por ejemplo, en aire en calma.

Después del temple tiene lugar el tratamiento de revenido, que dependiendo del material se lleva a cabo a temperaturas de aproximadamente 540 – 720°C.

- 40 La ventaja del procedimiento propuesto hay que buscarla en que por medio de una etapa de bonificación antes del estirado de acabado se crea una estructura homogénea muy unificada y con excelente tenacidad, la cual esencialmente se mantiene también después del estirado de acabado del tubo. Los ensayos dieron como resultado, que los valores del trabajo de resiliencia a -20°C y una proporción del 50% de fractura por cizalladura en el ensayo DWT se encuentran para unos excelentes 80 J en probetas transversales y 100 J en probetas longitudinales.

- 45 Un recocido final exigido eventualmente por el cliente en forma de un recocido de eliminación de tensiones después del estirado de acabado, aporta una nueva mejora de los valores del trabajo de resiliencia y, con ello, de la tenacidad en la pieza constructiva.

Dependiente del material el recocido final se lleva a cabo ventajosamente en una zona de temperaturas entre 500 – 700°C, debiendo tenerse en cuenta que la determinación exacta de la temperatura se debe realizar en función de las propiedades a conseguir en el material, como por ejemplo resistencia, alargamiento de rotura y trabajo de resiliencia.

5 Los ensayos en tubos fabricados según el procedimiento de la invención han puesto de manifiesto, que la, por otra parte típica, estructura de ferrita-perlita presente en los aceros de construcción, con marcadas diferencias en el nivel de trabajo de resiliencia entre la dirección transversal y la longitudinal, no se encuentra en los materiales fabricados con el procedimiento conforme a la invención.

10 Esto lo muestran claramente los resultados de los ensayos representados en la **figura 1** para valores del trabajo de resiliencia en tubos para cilindros en StE460 mod.. Tanto en dirección longitudinal como en dirección transversal se alcanza un nivel del trabajo de resiliencia casi idéntico hasta aproximadamente 180 J.

15 Tal como se representa en la **figura 2**, las piezas constructivas fabricadas a partir de tubo de acero StE 460 mod. conforme a la invención presentan a temperaturas de hasta -20°C en comparación con el tubo de acero fabricado convencionalmente StE 460 conv. una proporción suficientemente alta de comportamiento dúctil a la fractura y tienen por ello suficientes reservas de deformación plástica, para impedir con seguridad el peligro de una rotura de la pieza constructiva en varias partes.

El concepto del material de trabajo conforme a la invención permite con ello el trabajo seguro de cilindros hidráulicos también en el intervalo de temperaturas de hasta -20°C.

20 Como efecto colateral positivo hay que señalar un claro incremento de los valores de la resistencia en determinadas clases de aceros. Esto hace posible ventajosamente una reducción del espesor de pared de los tubos para cilindros de hasta el 30% y, con ello, una reducción de peso, que cumple con la demanda de aligerar la construcción.

En resumen, hay que retener que con el procedimiento de fabricación conforme a la invención de tubos para cilindros sometidos a presión se evita con seguridad una rotura de la pieza en varias partes también a temperaturas de trabajo de hasta -20°C y, además, es posible una reducción del espesor de pared de los cuerpos de cilindros de hasta el 30%.

25

### Reivindicaciones

1. Procedimiento para la fabricación de tubos de acero de precisión elaborados en frío, en particular estirados en frío, especialmente para su utilización como tubos para cilindros con sobrecarga de presión, con la siguiente composición química (% en peso):
  - 5 C = 0,05 – 0,25
  - Si = 0,15 – 1,0
  - Mn = 1,0 – 3,5
  - Al = 0,020 – 0,060
  - V max. 0,20
  - 10 N max. 0,15
  - S max. 0,03

con adiciones opcionales de uno o varios elementos de aleación tales como Cr, Mo, Ni, W, Ti ó Nb, con los siguientes contenidos (% en peso):

  - 15 Cr max. 0,80
  - Mo max. 0,65
  - Ni max. 0,90
  - W max. 0,90
  - Ti max. 0,20
  - Nb max. 0,20
- 20 el resto hierro, así como las impurezas debidas al proceso de fusión, en el cual un tubo previo soldado, elaborado en caliente sin cordón de soldadura o fabricado a partir de una banda laminada en caliente, con un estado de partida definido, se somete a un estirado en una o varias pasadas hasta obtener un tubo acabado, y el tubo antes del estirado de acabado se somete a un tratamiento de bonificación.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque para la bonificación se calienta el tubo hasta una temperatura de 910 - 940°C, se enfría y, a continuación, se somete a un tratamiento de revenido.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 – 2, caracterizado porque el enfriamiento es un enfriamiento rápido.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el enfriamiento rápido es un temple.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el temple se efectúa mediante una ducha de agua.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 - 2, caracterizado porque el enfriamiento se lleva a cabo en aire en calma.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 - 6, caracterizado porque el tratamiento de revenido se lleva a cabo en un intervalo de temperaturas de 540 – 720°C.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 - 7, caracterizado porque el tubo acabado de estirar se somete a un recocido final.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque el recocido final se lleva a cabo en un intervalo de temperaturas de 500 a 700°C.

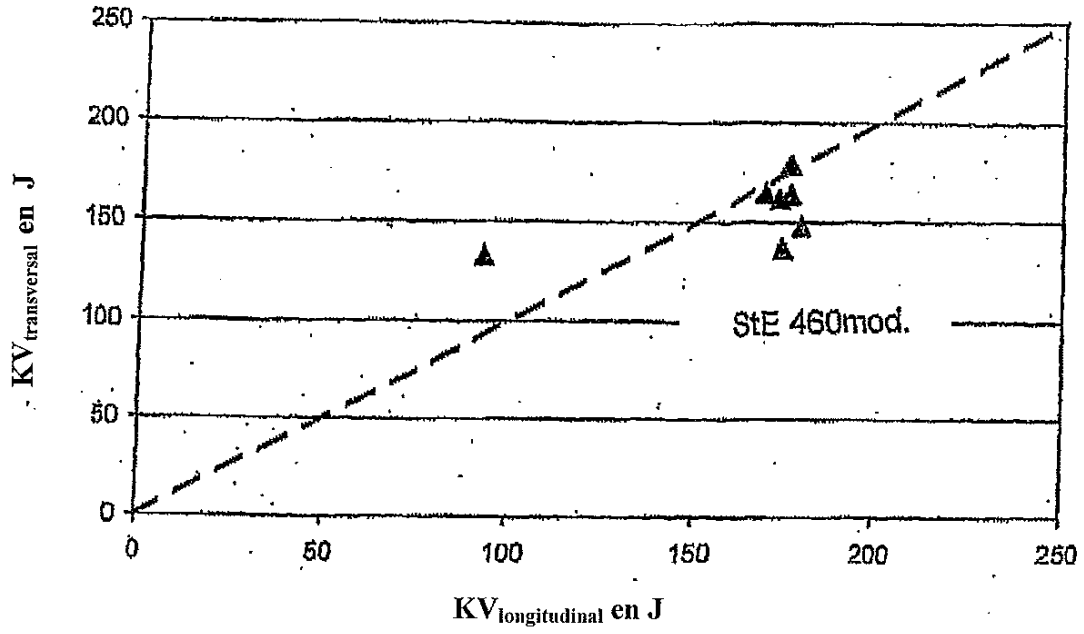


Figura 1

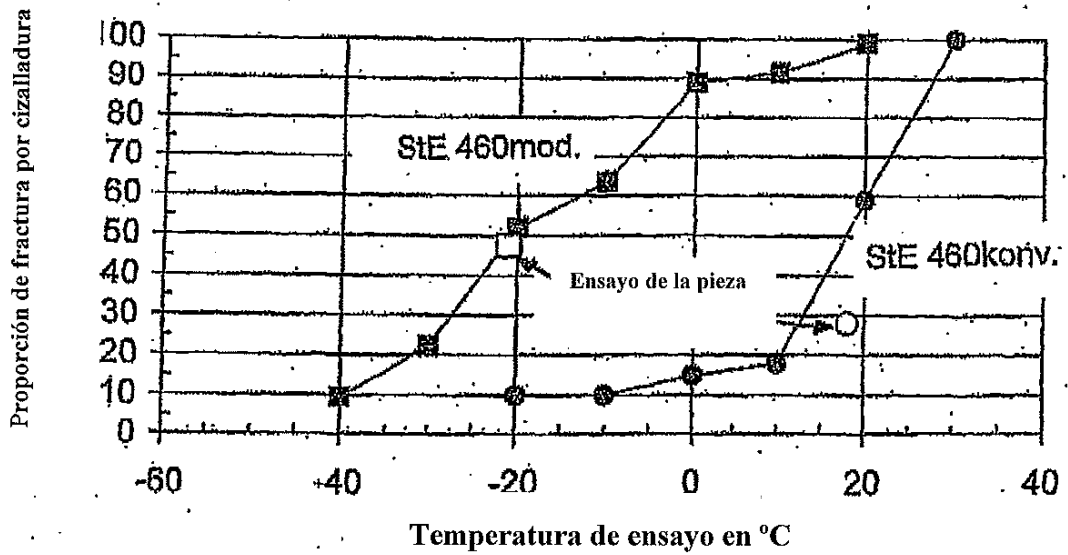


Figura 2