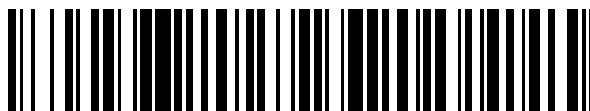


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 572**

51 Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| B21B 23/00 | (2006.01) |
| C21D 1/18 | (2006.01) |
| C21D 1/60 | (2006.01) |
| C21D 9/14 | (2006.01) |
| C21D 8/10 | (2006.01) |
| C21D 9/08 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2014 PCT/EP2014/067170**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.02.2015 WO15022294**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2014 E 14752294 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 3033186**

54 Título: **Método para la fabricación de un tubo de acero templado y laminado en caliente sin soldadura**

30 Prioridad:
14.08.2013 DE 102013108803

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.11.2017

73 Titular/es:
**VALLOUREC DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Theodorstrasse 109
40472 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:
**DELHAES, CHRISTOF;
HANSEN, HEIKO y
KÜMMERLING, ROLF**

74 Agente/Representante:
IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 641 572 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).

Método para la fabricación de un tubo de acero templado y laminado en caliente sin soldadura

Descripción

- 5 La invención se refiere a un método para la fabricación de un tubo de acero templado, laminado en caliente sin soldadura, en el que un bloque hueco calentado a temperaturas de conformación en un tubo con un diámetro final después de que una acería se lamine y se incrementa durante el laminado con parámetros de laminado correspondientes del diámetro del tubo.
- 10 De acuerdo con la invención de los hermanos Mannesmann, a partir de un bloque calentado para la generación de un tubo de bloque hueco de pared gruesa, ha habido varias sugerencias para extender este tubo de bloque hueco con el mismo calor en otra etapa para trabajo en caliente en el que una reducción del diámetro exterior se logra en el diámetro final del laminador.
- 15 Estas medidas podrían incluir el método de laminación continua, el método de banco de empuje, el método de laminación por tapón y el método de vuelta a paso (Manual de tubo de acero, 10. Edición, Vulkan-Verlag Essen 1986, III. Fabricación).
- 20 Todos los métodos mencionados tienen sus ventajas para diferentes rangos de tamaño y los materiales, aunque hay solapamientos. Para las dimensiones medianas que van desde 5" hasta 18" se emplean los métodos de laminación continua y por tapón para las áreas de dimensiones hasta 26" el método de vuelta a paso. Con una pared más gruesa en el intervalo de > 30 mm, los métodos de laminación continua y por tapón son menos adecuados, mientras que el método de vuelta a paso no tiene problemas con el espesor de la pared, pero es más lento en el ciclo de producción.
- 25 En particular, para el uso de tubos para la industria del petróleo y el gas natural se conoce DE 3127373 A1, para someter los tubos tras el laminado por reducción al diámetro final de un tratamiento de revestimiento para conseguir las propiedades mecánicas requeridas tales como resistencia, tenacidad y alargamiento. El propio tratamiento de revestimiento consiste en un calentamiento a
- 30 temperatura de austenitización, enfriamiento y recocido.
- 35 Se sabe también que en el curso de este tratamiento de envejecimiento, se lleva a cabo el crecimiento del grano en la microestructura del acero, lo que conduce a un incremento de diámetro de la tubería y debe ser observado después del recocido con respecto al diámetro final requerido del tubo acabado.
- 40 Además, el tubo se expande cuando se calienta y la posterior obstrucción de la contracción, entre otras cosas, en la transformación microestructural durante el proceso de enfriamiento también puede afectar el diámetro del tubo acabado.
- 45 Para conductos de cable y tubos petrolíferos se establecieron requisitos mediante reglas como las del API (American Petroleum Institute) según el propósito de uso y medición para el tubo acabado con respecto a tolerancias de diámetro, ovalidad del diámetro, tolerancias de espesor de pared, peso de metro, movilidad, etc.
- 50 Estos requisitos conducen a que, para la realización del diámetro de diana del tubo tras el laminado en diámetros iguales establecidos, por ejemplo, por una norma, los diámetros no siempre se escogen del mismo modo, ya que consisten de un compromiso entre posibilidades de realización y especificaciones de producto. Esto lleva a que el diámetro del tubo se incrementa más o menos dependiendo del material debido al cambio de tamaño de grano y el impedimento de contracción durante el enfriamiento rápido.
- 55 La forma más simple y común para resolver este problema, especialmente para diámetros iguales o mayores que 5 1/2", consiste en realizar una ligera reducción del diámetro en la temperatura de salida con la ayuda de una laminador de acabado. Esto se conoce, por ejemplo, por el documento JP 57155325 A o JP 2006307245 A. Tal laminador de acabado generalmente tiene tres gradas en los cuales se produce el diámetro final después del recocido de los tubos.
- 60 Las desventajas de este método son múltiples. Además de los costes de inversión y de funcionamiento para el molino de encolado, se requiere un mayor consumo de energía, ya que se requieren temperaturas de templado mayores para los rodillos de encolado de modo que se pueda producir una deformación plástica en el laminador deseado con la reducción deseada de diámetro pequeño. Las altas temperaturas de templado también crean una necesidad de constituyentes de aleación adicionales en el material para alcanzar las propiedades mecánico-tecnológicas requeridas.
- 65 Alternativamente, también se podría laminar en la acería un diámetro de tubo adaptado después del recocido. Sin embargo, esto llevaría a un número significativamente mayor de diámetros

de tubo laminados y una estructura extensa correspondientemente.

5 La patente publicada CN 101 993 991 A ya da a conocer un método para el tratamiento
 10 térmico de tubos de acero sin costuras de acero al manganeso de bajo carbono. Con este fin, las
 tuberías de acero se clasifican en una de tres categorías, que se refieren a diferentes áreas del
 diámetro exterior de los tubos de acero y el espesor de pared de los tubos de acero. Utilizando el
 análisis estadístico, se estableció un tubo de acero estándar, cuyas propiedades son estables, cuyas
 desviaciones son bajas y ubicándose cada propiedad en la zona central de los estándares requeridos.
 El método de fabricación en el que se produjo la tubería de acero estándar, se define como un proceso
 de producción estándar y determina un peso metro estándar de pipa de acero estándar. Sobre la base
 de este peso estándar del medidor y cualquier desviación a esto, se evalúa entonces el tratamiento
 térmico y se regula la cantidad de agua refrigerante. Con el método de la invención, los límites de
 extensión de los tubos de acero de fabricación realizados se pueden ajustar en un rango de variación
 de 80 MPa.

15 En la solicitud de patente publicada US 2009/0038358 A1 - se describe un procedimiento para
 la fabricación de tubos sin costura, teniendo el tubo propiedades mecánicas mejoradas, y en un
 proceso continuo mediante laminación transversal para permitir grandes ahorros de energía de
 20 tratamiento térmico. Para este propósito, se realiza el laminado a escala a una temperatura en el
 intervalo de 600 a 800°C y al menos 440°C cuando se selecciona la temperatura de entrada del tubo de
 acero para un recalentamiento posterior.

25 El objeto de la invención es proporcionar un método de producción para tubos de acero
 recubiertos sin costura acabados en caliente que permiten una fabricación más económica de tales
 tubos en cumplimiento de los requisitos geométricos de la tubería revestida acabada.

Este objeto se resuelve por un proceso de fabricación logrado con las características de la
 reivindicación 1. Otros desarrollos ventajosos son objeto de sub-reivindicaciones.

30 En la patente publicada CN 101 993 991 A se describe un método para el tratamiento térmico
 de tubos de acero sin costuras de acero al manganeso de bajo carbono. Para este propósito, los tubos
 de acero se clasifican en una de tres categorías, que se obtienen en diferentes áreas de diámetros
 35 exteriores de tubos de acero y espesores de pared de los tubos de acero. Sobre la base de
 evaluaciones estadísticas, se determina un tubo de acero estándar, cuyas propiedades son estables,
 cuyas desviaciones son bajas y cada propiedad individual se encuentra en el rango medio de las
 normas requeridas. El método de fabricación en el que se produjo la tubería de acero estándar, se
 define como un proceso de producción estándar y determina un peso metro estándar de pipa de acero
 estándar. Sobre la base de este peso estándar del medidor y cualquier desviación a esto, se evalúa
 40 entonces el tratamiento térmico y se regula la cantidad de agua refrigerante. Con el método según la
 invención, la resistencia a la fluencia de los tubos de acero producidos debe ser ajustable en un margen
 de desviación de 80 MPa.

45 En la solicitud de patente publicada US 2009/0038358 A1 - se describe un procedimiento para
 la producción de tubos sin soldadura, con lo que el tubo tiene propiedades mecánicas mejoradas y
 permite grandes ahorros de energía mediante un proceso continuo de los rodillos inclinados hasta el
 tratamiento térmico. Para este propósito, el laminado a escala se lleva a cabo a una temperatura en el
 intervalo de 600 a 800°C y al menos 440°C cuando se selecciona la temperatura de entrada del tubo de
 acero para un recalentamiento posterior.

50 De acuerdo con la invención se mejora un procedimiento para la producción de un tubo de
 acero tratado con calor, laminado en caliente sin costuras en el que se laminó un bloque hueco
 calentado a temperaturas de conformación a un tubo con un diámetro final tras el laminado en una
 55 acería y se incrementa durante el laminado con parámetros de laminado correspondientes del diámetro
 del tubo, de modo que bajo el conocimiento del incremento de diámetro del tubo en el templado del
 diámetro final del tubo a templarse tras el laminado en el tren de laminado, el templado consiste en
 calentamiento en un horno, enfriamiento en una zona de refrigeración y un templado, los parámetros de
 templado se ajustan en base a las relaciones previamente establecidas por anchura de banda entre
 diámetro, espesor de pared de tubo, calidad del material, parámetros de templado y crecimiento del
 60 diámetro y posteriormente sobre el diámetro final medido del tubo actualmente laminado, los
 parámetros de templado pueden ajustarse con precisión con respecto al diámetro deseado del tubo
 después del recocido. El enfoque innovador de la invención es que el conocimiento de la influencia de
 los parámetros de templado sobre las variaciones de diámetro de la tubería se utiliza para el templado
 para diferentes calidades y dimensiones de material (diámetro, grosor de pared) para determinar el
 65 diámetro final del laminador. Este método es particularmente ventajoso y de producción segura cuando
 el templado proporciona diámetros medidos en el laminado de tubos de los tubos a templar y ajusta los
 requisitos para los valores elegidos en base a la dependencia del crecimiento de diámetro del material
 de tubo y los parámetros de enfriamiento.

Particularmente ventajoso es que los parámetros de templado se fijen de tal manera que se genere un tubo que tiene un diámetro de diana, que comprende el diámetro final tras el templado en una zona de tolerancia predefinida.

5 En particular, los parámetros de templado que influyen en la velocidad de enfriamiento del tubo calentado a la temperatura de austenitización deben entenderse como parámetros de templado. El enfriamiento de la materia prima calentada se lleva a cabo de acuerdo con la invención por medio de un enfriamiento continuo, ya que sólo con este tipo de enfriamiento se puede influir de manera selectiva en la velocidad de enfriamiento y, por lo tanto, el cambio de diámetro. Es esencial también la medición y control en el flujo final de parámetros de enfriamiento. Estas velocidades de crecimiento dependen, por 10 una parte, del tipo de diseño específico de la unidad de enfriamiento (por ejemplo, pulverización anular o ducha de espacio anular), los parámetros de producto material, relación diámetro/espesor de pared y por otro lado los parámetros del proceso de enfriamiento (con y sin enfriamiento interno)

15 Una simplificación adicional del método de producción se logra porque el diámetro final tras el templado sin auxilio por soldado. El método propuesto tiene la ventaja de que este método no utiliza los rodillos de medición después del recocido del tubo, lo que a su vez reduce significativamente los costes de producción y, por otro lado, evita la inversión para el costos laminado y los costes asociados para el mantenimiento y la energía. Además, pueden utilizarse materiales de alimentación más favorables para diversos productos materiales y se pueden conseguir temperaturas de horno de partida inferiores con un consumo de energía correspondientemente más bajo. Para el rodillo de calibrado es necesaria una temperatura de templado más alta, ya que el tubo debe estar deformado plásticamente y el rebote elástico debe mantenerse pequeño. Con el fin de poder ajustar las propiedades de material requeridas para las temperaturas de templado más altas, debe usarse nuevamente un material de partida llamado "grasiento" con un contenido más alto de constituyentes de aleación de lo necesario en sí mismo.

25 El ajuste del diámetro objetivo después del recocido se lleva a cabo como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, esto no se consigue mediante un laminado en tamaño después del recocido, sino más bien por una combinación de diámetro final del laminador, después del laminado, y un crecimiento del diámetro de consigna ajustado selectivamente durante el templado.

30 Una simplificación particular del proceso de fabricación puede lograr que bajo conocimiento del incremento de diámetro del tubo en el templado, se verifique un grupo de tipos de tubo con diámetro nominal, pero espesores de pared, materiales o especificaciones separados entre sí, para los cuales se ajusta un diámetro final uniforme del tubo a templar tras el laminado. Con ello, sin una conmutación costosa del tren de laminación, diferentes tipos de tubo pueden laminarse con un diámetro final uniforme del tubo a templar tras el laminado, aunque estos tipos de tubo tienen diferentes diámetros diana tras el templado. Al menos se puede minimizar el número de diámetros finales del tubo a templar tras el laminado mediante una correspondiente formación de grupos de tipos de tubo, y minimizar con 35 ello la frecuencia de una conmutación del tren de laminación.

40 Es especialmente ventajoso que los parámetros de templado se fijan de tal manera que se genera, a partir de un diámetro final uniforme para cada tipo de tubo en el grupo, un tubo con su diámetro diana.

45 Con el fin de optimizar el proceso de fabricación, el diámetro final del tubo se mide después del laminado y se utiliza como valor de entrada para el templado.

50 Es ventajoso que se ajusten los diámetros diana del tubo tras el templado por cambio de la velocidad de enfriamiento en la zona de refrigeración.

55 En la refrigeración de paso, por lo general se enfría por medio de presión de agua a la temperatura final el tubo calentado a temperatura de austenitización y transportado continuamente en un transportador de rodillos. Como factores determinantes en la velocidad de enfriamiento, se puede mencionar especialmente, además de los tamaños de los tubos, la temperatura del agua de enfriamiento, la intensidad del enfriamiento con agua como cantidad por unidad de tiempo y la velocidad de transporte del tubo sobre la mesa de rodillos.

60 Se ha demostrado ser ventajoso para los parámetros del proceso de enfriamiento si en el enfriamiento exterior las cantidades de agua aplicadas al tubo a enfriar se ajusten entre 50 y 300m³/h, la temperatura de agua de enfriamiento por debajo de 40°C y la velocidad de transporte del tubo en la zona de refrigeración a un valor entre 0,1 y 1 m/s.

65 Si es necesario, además de enfriamiento externo puede tener lugar el enfriamiento interno del tubo, con lo que la cantidad de agua de enfriamiento puede estar entre 50 y 250 m³/h.

Mientras que el enfriamiento externo se puede llevar a cabo ventajosamente sobre dos o más duchas de anillo o regaderas de anillo, el enfriamiento interno se realiza preferiblemente por medio de

una lanza insertable en el tubo.

5 Alternativamente, puede también tener lugar el calentamiento para el templado en un horno, el cual tiene al menos dos zonas sobre la longitud del horno y en el que la primera sirve para el calentamiento y la segunda para la compensación de temperatura en la tubería.

10 También se prevé ventajosamente que tenga lugar el calentamiento para el templado o austenitización de la tubería en un primer horno y compensación de temperatura en la tubería en un segundo horno.

15 Económicamente, es especialmente ventajoso, que, cuando el calentamiento para el templado o austenitización se logre en un horno continuo con tres zonas, sirviendo la primera zona para el precalentamiento, la segunda zona para el calentamiento y la tercera zona para la compensación de temperatura en la tubería, y con lo que las diferentes zonas se pueden encontrar en uno o más hornos.

20 Durante el templado, el tiempo de retención para la temperatura de austenitización debe ser al menos 3 minutos, con lo que comienza el tiempo de retención cuando la temperatura más baja alcanzada en el tubo alcanza el valor "temperatura deseada de tubos de menos 20°C". De esta manera, se cumplen las condiciones de partida óptimas para las propiedades homogéneas del material de tubería de acuerdo con el proceso de enfriamiento siguiente.

Con las figuras ilustradas en el apéndice se explicará el método de la invención en más detalle. En los dibujos:

25 La Figura 1 muestra una representación esquemática de los factores de influencia sobre el diámetro objetivo después del templado,
La Figura 2 muestra la influencia del diámetro de la tubería sobre el crecimiento con enfriamiento interno,
30 La Figura 3 muestra la influencia del diámetro de la tubería sobre el crecimiento sin refrigeración interna, la Figura 4 muestra la influencia de la velocidad de producción sobre el crecimiento sin enfriamiento interno,
La Figura 5 muestra la influencia de la velocidad de producción sobre el crecimiento con enfriamiento interno.

35 En la Figura 1 se muestra esquemáticamente cómo se aplica el método de la invención para que se establezca un diámetro final para el tren de laminación para diferentes diámetros diana uniformes tras el templado. Bajo el diámetro final, se comprende un tamaño ideal. El diámetro final después del laminado o del diámetro final después del templado se entiende como una cantidad real específica. La Figura 1 muestra diámetros o intervalos de cinco tipos de tubos ejemplares que están cualitativamente definidos por los factores de influencia del grosor de pared W, calidad de material G y especificación S. Bajo material de calidad G se encuentran esencialmente las propiedades del material y sustancialmente las propiedades de material y bajo especificación S sustancialmente las dimensiones y tolerancias.

45 Pueden laminarse diferentes tipos de tubería en un tren de laminación con un diámetro final uniforme de acuerdo con la presente invención, aunque el templado subsiguiente lleva a un crecimiento de diámetro diverso, como se muestra en la Figura 1. Para este propósito, (véase el área marcada con "X" en la Figura 1), se registran los diversos diámetros finales tras el templado para los cinco tipos de tubo con el mismo diámetro nominal en el sentido de un diámetro nominal. Proceden de la especificación S del respectivo tipo de tubería ya que todas las dimensiones y tolerancias se fijan allí. En consecuencia, el primer y segundo o tercer y cuarto tipo de tubo con las misma especificación X o Y tienen el mismo diámetro diana tras el templado. Dentro de las tolerancias permitidas de la especificación, también podrían separarse ligeramente los unos de los otros. Mediante pruebas y resultados de producción se muestra el crecimiento mínimo y máximo del diámetro en valores absolutos y a partir del diámetro diana tras el templado en el sentido de una reducción de diámetro. El crecimiento de diámetro mínimo se registra en forma de la zona en blanco con la etiqueta "crecimiento mínimo del diámetro de tubo en el templado" y se establece para este tipo de tubo de los mínimos parámetros de templado necesarios, como por ejemplo una velocidad mínima de enfriamiento. Mediante la alteración de los parámetros de templado, se puede ampliar a partir del área "crecimiento mínimo del diámetro de tubo en el templado" con mínimo crecimiento de diámetro y en consecuencia se logra un mayor crecimiento de diámetro. Esta zona del crecimiento de diámetro adicional se registra como zona sombreada con la etiqueta "zona de influencia del crecimiento de diámetro". Una comparación de las áreas "crecimiento mínimo del diámetro del tubo durante el templado" y una "zona de influencia del crecimiento de diámetro" para los cinco tipos de tubo muestra, que existe una especie de zona de corte, la cual se registra con el símbolo de flecha y la etiqueta "zona permitida para el diámetro antes del templado". El diámetro antes del templado comprende el diámetro final descrito hasta ahora tras el laminado. La "zona permitida para el diámetro antes del templado" está limitada

5 hacia arriba por el diámetro más pequeño de las cinco zonas "crecimiento mínimo del diámetro de tubo en el templado" (véase cuarto tipo de tubo desde la izquierda, valor entre las zonas "crecimiento mínimo del diámetro de tubo en el templado" y "zona de influencia del crecimiento de diámetro"). Hacia abajo está limitada la "zona permitida para el diámetro antes del templado" por el mayor diámetro del valor de límite correspondiente de las cinco zonas "zona de influencia del crecimiento de diámetro" (véase primer tipo de tubo desde la izquierda, valor de límite inferior de zona de influencia del crecimiento de diámetro").

10 Sobre esta base, se definirá un diámetro final del tren de laminación en un valor dentro de la "zona permitida para el diámetro antes del templado", preferiblemente en el medio de la "zona permitida para el diámetro antes del templado". Todos los cinco tipos de tubería se pueden laminar de manera uniforme en este tren de laminación y los diámetros diana separados entre sí en el extremo tras el templado se logran por un ajuste correspondiente de los parámetros de templado. La "zona permitida para el diámetro antes del templado" tiene una anchura de banda, para considerar también eventuales tolerancias de fabricación. Para otros grupos de tipos de tubería con el mismo diámetro nominal, puede suceder que la "zona permitida para el diámetro antes del templado sea muy pequeña o no proporciona una zona correspondiente en el sentido de una zona de corte. Para este caso, se eligen los grupos de otro modo o se forman subgrupos de tipos de tubería, para proporcionar de nuevo una "zona permitida para el diámetro antes del templado" con una anchura de banda suficiente.

20 Las figuras 2 a 5 muestran a modo de ejemplo la dependencia del crecimiento del diámetro del tubo de los parámetros de templado, en particular los parámetros de enfriamiento. Con la ayuda de los parámetros de enfriamiento adaptados, en particular de la velocidad del tubo, del flujo volumétrico y con o sin enfriamiento interno, es posible conseguir el diámetro objetivo deseado para un diámetro final igual del laminador que está dentro de tolerancias predeterminadas, después del templado según el tipo de tubo.

25 Así, la Figura 2 muestra cómo se aumenta el crecimiento del diámetro en el enfriamiento rápido depende del tamaño de diámetro con un espesor de pared del tubo constante para una familia de material A de la porción de campo petrolífero tubular (OCTG).

30 Se mantienen constantes en este caso la velocidad de rendimiento del tubo a través de la sección de enfriamiento con 35% de valor máximo, las condiciones de enfriamiento, salvo la cantidad de agua, el número de duchas de anillo y la presión de agua. Adicionalmente, se enfriaron los tubos también interiormente con cantidades de agua constantes.

35 La Figura 3 muestra la misma dependencia como se muestra en la Figura 2, pero sin enfriamiento interno adicional y para una velocidad de rendimiento elegida de 22 % del valor máximo.

40 En las figuras 4 y 5 se muestra cómo la velocidad de rendimiento elegida influye en el crecimiento de diámetro de la tubería para la dimensión nominal 406,4 x 14,6 mm del grupo de materiales B. También se mantienen constantes las condiciones de enfriamiento externas. En los experimentos, de acuerdo con la Figura 4, se procedió sin refrigeración interna adicional, en las pruebas según la Figura 5, sin embargo, con enfriamiento interno.

45 En las tablas de valores de las Figuras 4 y 5 se muestra el crecimiento mínimo y máximo dentro de los valores factibles para parámetros de templado como velocidad de rendimiento y "con" o "sin" enfriamiento interno. Para la dimensión nominal 406,4 x 14,6 mm, se produce un crecimiento mínimo del diámetro de 0,9 mm que se muestra en la Figura 5, y un máximo de 1,46 mm que se muestra en la Figura 4.

Reivindicaciones

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
1. Procedimiento para la producción de un tubo de acero templado laminado en caliente sin soldadura, en el que el bloque hueco calentado a la temperatura de conformación se laminado en un tren de laminación para formar un tubo con un diámetro final tras laminación y se temple a continuación, y el diámetro del tubo se incrementa durante el templado con los parámetros de templado adecuados, caracterizado en que con el conocimiento del crecimiento del diámetro del tubo durante el templado, se ajusta el diámetro final del tubo a templar después del laminado en el tren de laminación, que el templado consiste en calentamiento en un horno, el subsiguiente enfriamiento de flujo continuo en una trayectoria de enfriamiento y un proceso de recocido, los parámetros de templado se ajustan sobre la base de la anchura de banda de las conexiones previamente determinadas entre el diámetro, el espesor de la pared de la tubería, la calidad del material, los parámetros de templado y el crecimiento del diámetro y, posteriormente, sobre la base del diámetro final medido del tubo que se está laminando, los parámetros de templado se ajustan finamente con respecto al diámetro objetivo del tubo que se ha de alcanzar después del templado
 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los parámetros de templado se ajustan de tal manera que se produce un tubo con un diámetro objetivo que corresponde a un diámetro final después del templado en un intervalo de tolerancia preestablecido.
 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** sin el auxilio del laminado por encolado se consigue el diámetro finalizado después del templado.
 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** con conocimiento del crecimiento del diámetro del tubo durante el templado, un grupo de tipos de tubos con el mismo diámetro nominal pero con espesores de pared, calidades de material o especificaciones que difieren se determinan entre sí, para lo cual se ajusta un diámetro final único para el tubo a templar después de la laminación.
 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** los parámetros de templado se ajustan de tal manera que a partir del diámetro final único para cada tipo de tubería del grupo, se produce un tubo con su diámetro objetivo.
 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** se mide el diámetro final de la tubería después de la laminación.
 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el diámetro objetivo de la tubería después del templado se ajusta cambiando la velocidad de enfriamiento en la trayectoria de enfriamiento.
 8. Método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** en el caso de enfriamiento externo del tubo, el cambio en la velocidad de enfriamiento se efectúa mediante la variación de la cantidad de agua de refrigeración, la temperatura del agua de refrigeración y/o la velocidad de transporte del tubo en la trayectoria de enfriamiento.
 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la cantidad de agua vertida sobre el tubo a enfriar se ajusta de forma controlada entre 50 y 300 m³/hora, la temperatura del agua de refrigeración se ajusta de forma controlable por debajo de 40°C y la velocidad de transporte en la trayectoria de enfriamiento se ajusta de forma controlable a valores entre 0,1 m/s y 1 m/s.
 10. Procedimiento según las reivindicaciones 8 y 9, **caracterizado porque**, además del enfriamiento externo, tiene lugar el enfriamiento interno del tubo, en el que la cantidad de agua de refrigeración es de entre 50 y 250 m³/h.
 11. Procedimiento según las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** para el enfriamiento externo se utilizan dos o más duchas anulares o pulverizadores anulares.
 12. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** el calentamiento para endurecimiento o para la austenización tiene lugar en un horno que tiene al menos dos zonas sobre la longitud del horno, de las cuales la primera sirve para calentar y la segunda para la equalización de la temperatura en la tubería.
 13. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** el calentamiento para endurecimiento o austenización de la tubería tiene lugar en un primer horno y la igualación de temperatura en la tubería tiene lugar en un segundo horno.

5

14. Procedimiento según las reivindicaciones 12 ó 13, **caracterizado porque** el calentamiento para endurecimiento o para la austenización tiene lugar en tres zonas, en las que la primera zona sirve para el precalentamiento, la segunda zona de calentamiento y la tercera zona de igualación de temperatura en el tubo, y en el que las diferentes zonas pueden estar situadas dentro de uno o varios hornos.

10

15. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado porque** durante el templado el tiempo en el que la temperatura se mantiene a la temperatura de austenización es de al menos 3 minutos, en el que el tiempo de mantenimiento comienza cuando la temperatura más baja alcanzada en el tubo alcanza el valor de la "temperatura del tubo deseada menos 20°C".

15

20

25

30

35

40

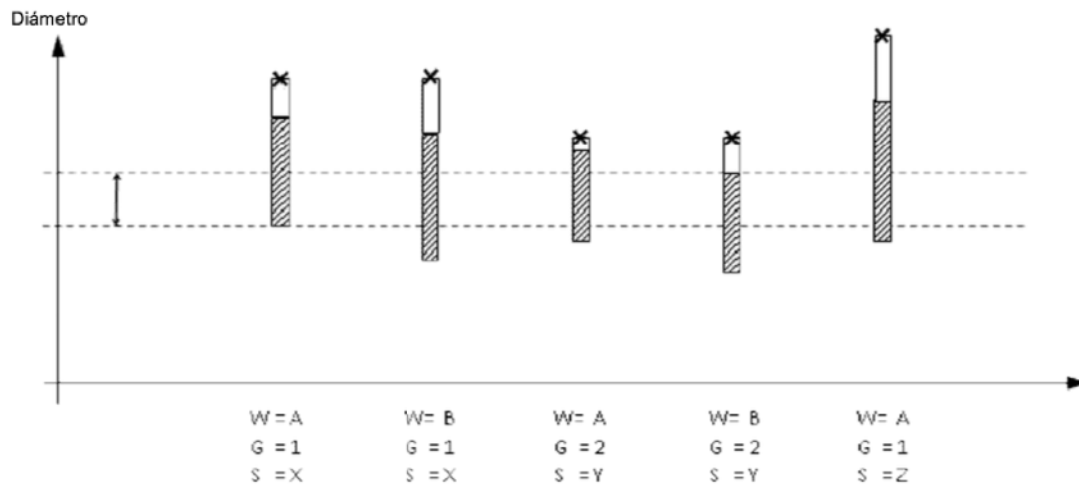
45

50

55

60

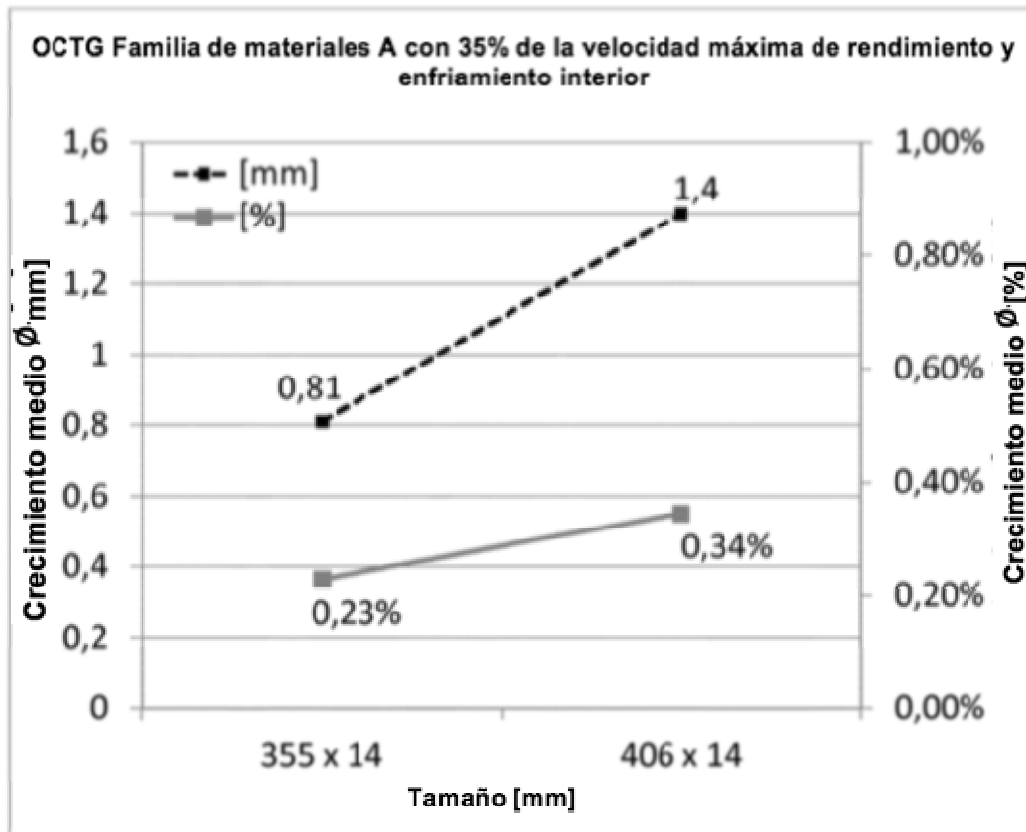
65



Leyenda

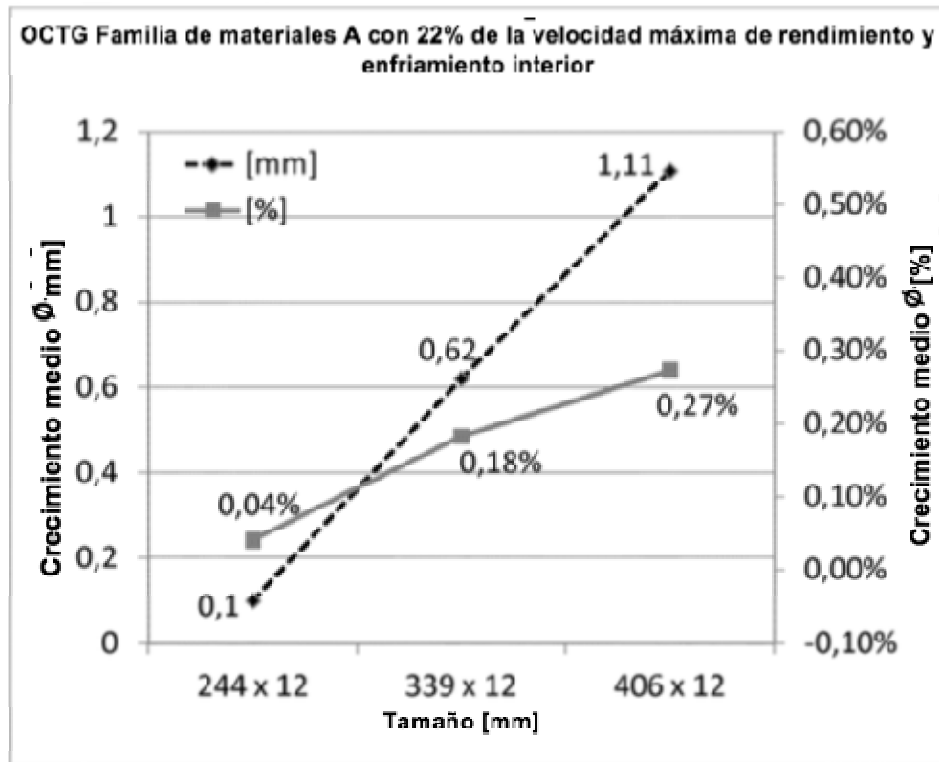
- W = Espesor de pared
- G = Calidad de material
- S = Especificación
- X = Diámetro diana tras el templeado ;
- = Crecimiento mínimo del diámetro de tubo en el templeado
- ▨ = Zona de influencia del crecimiento de diámetro
- ↕ = Zona permitida para el diámetro antes del templeado

Fig. 1



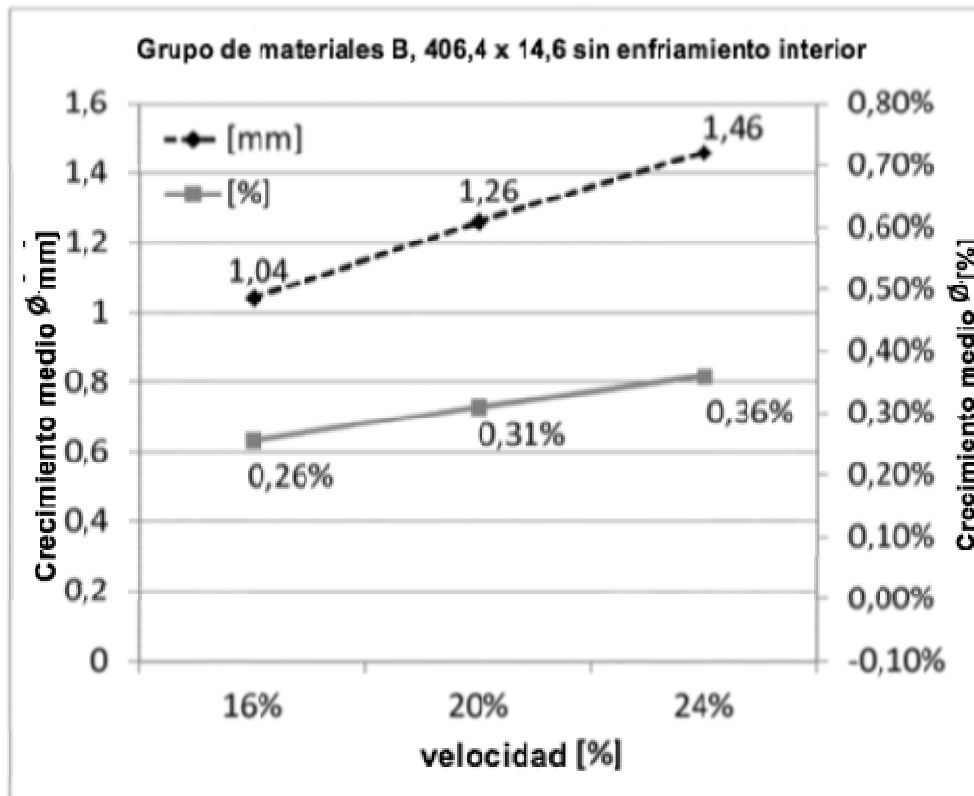
| Tamaño [mm] | Diámetro Nominal (mm) | Pared (mm) | Velocidad de rendimiento | Crecimiento medio ϕ [mm] | Crecimiento medio ϕ [%] |
|-------------|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 355 x 14 | 355 | 14 | 35% | 0,81 | 0,23 |
| 406 x 14 | 406 | 14 | 35% | 1,40 | 0,34 |

Fig. 2



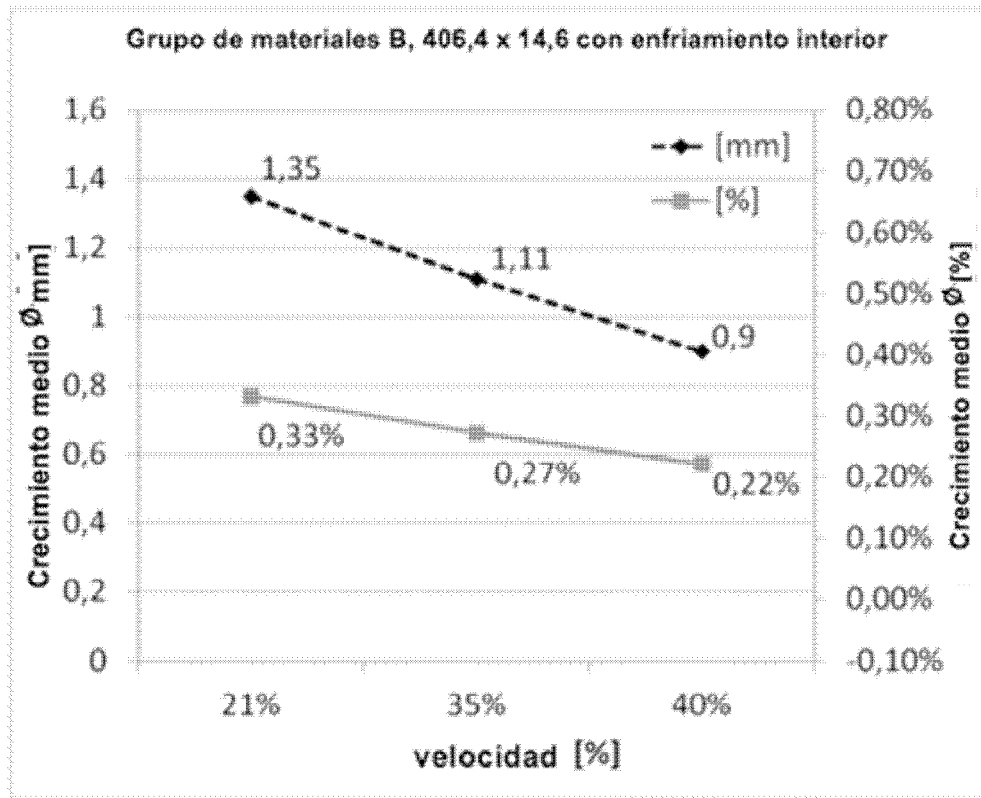
| Tamaño (mm) | Diámetro Nominal (mm) | Pared (mm) | Velocidad de rendimiento | Crecimiento medio ϕ [mm] | Crecimiento medio ϕ [%] |
|-------------|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 244 x 12 | 244 | 12 | 22% | 0,10 | 0,04 |
| 339 x 12 | 339 | 12 | 22% | 0,62 | 0,18 |
| 406 x 12 | 406 | 12 | 22% | 1,11 | 0,27 |

Fig. 3



| material | Diámetro Nominal (mm) | Pared (mm) | Velocidad de rendimiento | Crecimiento medio ϕ [mm] | Crecimiento medio ϕ [%] |
|----------|-----------------------|------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| P110EC | 406,4 | 14,6 | 16% | 1,04 | 0,26 |
| P110EC | 406,4 | 14,6 | 20% | 1,26 | 0,31 |
| P110EC | 406,4 | 14,6 | 24% | 1,46 | 0,36 |

Fig. 4



| material | Diámetro Nominal (mm) | Pared (mm) | Velocidad de rendimiento | Crecimiento medio \varnothing [mm] | Crecimiento medio \varnothing [%] |
|----------|-----------------------|------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| P110EC | 406,4 | 14,6 | 21% | 1,35 | 0,33 |
| P110EC | 406,4 | 14,6 | 35% | 1,11 | 0,27 |
| P110EC | 406,4 | 14,6 | 40% | 0,90 | 0,22 |

Fig. 5