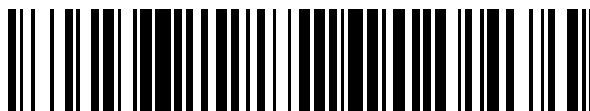


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 481**

51 Int. Cl.:

C21D 8/10 (2006.01)

B21C 47/02 (2006.01)

B23K 31/02 (2006.01)

C21D 9/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2015 E 15747396 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3175004**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un tubo de acero inoxidable así como tubo de acero inoxidable**

30 Prioridad:

31.07.2014 DE 102014110902

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

25.04.2019

73 Titular/es:

**SANDVIK MATERIALS TECHNOLOGY
DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Heerdter Landstrasse 229/243
40549 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**GÜHRS, JONAS;
HEDVALL, CHRISTOFER;
FROBÖSE, THOMAS y
RAUFFMANN, UDO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 710 481 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).

DESCRIPCION

Procedimiento para la fabricación de un tubo de acero inoxidable así como tubo de acero inoxidable

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un tubo de acero inoxidable con las etapas: preparación de una lupia en forma de tubo de un acero inoxidable austenítico, en la que el acero inoxidable presenta carbono con una proporción no mayor que 0,02 % en peso, manganeso con una proporción no mayor que 1,0 % en peso, fósforo con una proporción no mayor que 0,03 % en peso, azufre con una proporción no mayor que 0,015 % en peso, silicio con una proporción no mayor que 0,8 % en peso, níquel con una proporción de 17,5 % en peso a 18,5 % en peso, cromo con una proporción de 19,5 % en peso a 20,5 % en peso, molibdeno con una proporción de 6,0 % en peso a 6,5 % en peso, nitrógeno con una proporción de 0,18 % en peso a 0,25 % en peso, así como cobre con una proporción de 0,5 % en peso a 1,0 % en peso, con un resto de hierro e impurezas inevitables, y transformación en frío de la lupia en un tubo.

15 La presente invención se refiere, además, a un tubo de acero inoxidable que presenta carbono con una proporción no mayor que 0,02 % en peso, manganeso con una proporción no mayor que 1,0 % en peso, fósforo con una proporción no mayor que 0,03 % en peso, azufre con una proporción no mayor que 0,015 % en peso, silicio con una proporción no mayor que 0,8 % en peso, níquel con una proporción de 17,5 % en peso a 18,5 % en peso, cromo con una proporción de 19,5 % en peso a 20,5 % en peso, molibdeno con una proporción de 6,0 % en peso a 6,5 % en peso, nitrógeno con una proporción de 0,18 % en peso a 0,25 % en peso, así como cobre con una proporción de 0,5 % en peso a 1,0 % en peso, con un resto de hierro e impurezas inevitables.

25 Los aceros inoxidables auténticos de alta aleación con una alta proporción de molibdeno, níquel y cobre son adecuados tanto para la utilización en entorno de agua marina como también para la conducción de medios agresivos con alto contenido de cloro.

30 Para fabricar tubos a partir de tales materiales de acero inoxidable, se transforma el producto semiacabado, a saber, la lupia, a través de transformación en frío, en un tubo con diámetros exteriores e interiores definidos. En este caso, sin embargo, la transformación en frío conduce, en particular, a una elevación clara de la dureza del tubo.

Para poder emplear de manera conveniente tales tubos para las aplicaciones mencionadas, deben suministrarse como tubos sin costura con longitudes de la colada continua de 6 m o más, lo que dificulta la manipulación durante el embalaje, el transporte y el procesamiento posterior.

35 Además, el procesamiento posterior requiere especialmente para el empleo en la zona marítima con frecuencia un cableado del tubo de acero inoxidable acabado con otras coladas continuas para formar un haz de tubos revestido. A ello se opone, sin embargo, la dureza grande de un tubo de acero noble austenítico transformado en frío.

40 En cambio, el problema de la presente invención es preparar un procedimiento para la fabricación de un tubo de un acero inoxidable austenítico, que posibilita cablear el tubo de acero inoxidables en una etapa de procesamiento posterior y al mismo tiempo posibilitar un transporte del tubo hacia un lugar, en el que se realiza esta etapa de procesamiento.

45 Además, un problema de la presente invención es preparar un tubo de acero inoxidable, que presenta estas propiedades necesarias.

50 Al menos uno de los problemas mencionados se soluciona por medio de un procedimiento para la fabricación de un tubo de acero inoxidable, que presenta las etapas: preparación de una lupia en forma de tubo de un acero inoxidable austenítico, en la que el acero inoxidable presenta carbono con una proporción no mayor que 0,02 % en peso, manganeso con una proporción no mayor que 1,0 % en peso, fósforo con una proporción no mayor que 0,03 % en peso, azufre con una proporción no mayor que 0,015 % en peso, silicio con una proporción no mayor que 0,8 % en peso, níquel con una proporción de 17,5 % en peso a 18,5 % en peso, cromo con una proporción de 19,5 % en peso a 20,5 % en peso, molibdeno con una proporción de 6,0 % en peso a 6,5 % en peso, nitrógeno con una proporción de 0,18 % en peso a 0,25 % en peso, así como cobre con una proporción de 0,5 % en peso a 1,0 % en peso, con un resto de hierro e impurezas inevitables, transformación en frío de la lupia en un tubo, arrollamiento del tubo y recocido del tubo enrollado después de la transformación en frío a una temperatura en un intervalo de 1100° C a 1200° C.

60 Por transformación en frío en el sentido de la presente invención se entienden todos los procedimientos de transformación, en los que la lupia, es decir, el producto semiacabado, se transforma a temperaturas, que están por debajo de la temperatura de recristalización del acero inoxidable utilizado.

En el sentido de la presente solicitud, la transformación en frío se realiza especialmente a través de laminación a paso de peregrino en frío o estiramiento en frío.

65 En particular, para la fabricación de tubos precisos de acero inoxidable se reduce en frío una lupia del tipo de tubo, hueca dilatada, como producto semiacabado en el estado totalmente enfriado a través de tensiones de presión. En

este caso, la lupia se transforma en un tubo con diámetro exterior reducido definido y con un espesor o bien grosor de pared definido.

5 A tal fin, durante la laminación a paso de peregrino en frío, durante la laminación, se desplaza la lupia sobre un mandril de laminación calibrado, es decir, que presenta el diámetro interior del tubo acabado y en este caso se abraza desde el exterior por dos rodillos calibrados, es decir, que definen el diámetro exterior del tubo acabado, y se lamina en dirección longitudinal sobre el mandril de laminación.

10 Durante la laminación a paso de peregrino en frío, la lupia experimenta un avance paso a paso en dirección al mandril de laminación o bien más allá de éste. Entre dos etapas de avance se mueven los rodillos girando sobre el mandril y, por lo tanto, sobre la lupia y laminan la lupia. En cada punto de inversión del bastidor de laminación con los rodillos fijados de forma giratoria en éste, los rodillos liberan la lupia y ésta se desplaza hacia delante otro paso en dirección a la herramienta, es decir, el mandril de laminación y los rodillos.

15 El avance de la lupia sobre el mandril se realiza con la ayuda de un carro de fijación de avance accionado en traslación, que realiza un movimiento de traslación en una dirección paralela al eje del mandril de laminación y los transmite sobre la lupia.

20 Durante el avance se gira, además, la lupia alrededor de su eje longitudinal, para posibilitar una laminación uniforme de la lupia. A través de la sobrelaminación múltiple de cada sección de tubo se consiguen un espesor de pared y redondez uniformes del tubo así como diámetros interior y exterior uniformes. Por lo tanto, en general, los pasos de avance son inferiores a la carrera total del bastidor de laminación entre los dos puntos de inversión.

25 En oposición a ello, durante el estiramiento en frío, como otro procedimiento de transformación en frío que debe considerarse aquí, se estira una lupia en forma de tubo a través de una matriz de estiramiento, que presenta un diámetro interior que es menor que el diámetro exterior de la lupia, y de esta manera se transforma y6 se dimensiona de nuevo.

30 En función de la herramienta utilizada, en el estiramiento en frío de tubos, se distingue la llamada tracción hueca, en la que la transformación se realiza solamente con una matriz de estiramiento descrita anteriormente (también designada como anillo de tracción, hueco de tracción o macho de estiramiento) y la llamada tracción del núcleo o tracción de la barra, en la que el diámetro interior así como el espesor de pared del tubo estirado se definen por un núcleo de tracción dispuesto en el interior de la lupia.

35 En el procedimiento de acuerdo con la invención se utiliza un acero noble austenítico, es decir, un acero con una estructura totalmente austenítica a temperatura ambiente. Tales aceros son conocidos por sus buenas propiedades de resistencia y su buena resistencia a la corrosión. El contenido de molibdeno, de níquel, de cromo y de cobre comparativamente alto de acuerdo con la invención procura que el acero presente una excelente resistencia a la corrosión, disponiendo al mismo tiempo de una resistencia alta a la tracción y buena capacidad de soldadura.

40 Un acero noble austenítico con el contenido indicado de molibdeno, níquel y cobre se puede obtener, por ejemplo, de la Firma Sandvik bajo la designación 254 SMO. Éste cumple la calidad UNS S31254 (UNS = Unified Numbering System for metals and alloys), que representa aceros nobles inoxidables austeníticos del tipo 6Mo.

45 Para aplicaciones marinas, los tubos de acero inoxidable fabricados a través de transformación en frío se pueden trenzar con otras coladas continuas en una envolvente de plástico. Sin embargo, se ha mostrado que estos aceros inoxidables austeníticos presentan, después de la transformación en frío, una dureza que es demasiado alta para el trenzado y, dado el caso, lo hacen imposible.

50 Por medio del recocido de ablandamiento del tubo transformado en frío a una temperatura en un intervalo de 1100° C a 1200° C se puede llevar, en una etapa siguiente a la transformación en frío, la dureza del tubo de nuevo a una zona, que permite el trenzado. En el estado de la técnica, el recocido de ablandamiento se realiza típicamente después de la laminación a paso de peregrino o del estiramiento a través de la conducción de este tubo transformado a través de una bobina calefactora por inducción. Sin embargo, se ha comprobado de manera sorprendente que el efecto del recocido de ablandamiento se anula en gran medida de nuevo durante un arrollamiento o bobinado siguiente del tubo acabado. En cambio, la fabricación como anillo, es decir, que el tubo abandona la fábrica de tubos enrollado, en el caso de la fabricación de tubos sin fin con longitudes de más de 6 m, es necesario hacer posible un transporte de los tubos acabados hacia el lugar del trenzado. Además, también se simplifica claramente el trenzado de los tubos de acero inoxidable acabados desde el anillo, es decir, enrollados o bobinados.

60 Por lo tanto, de acuerdo con la invención, se enrolla o bobina el tubo de acero noble austenítico antes del recocido y sólo se recuece a continuación, es decir, en el estado enrollado.

65 De esta manera se fabrican tubos, que presentan en el estado enrollado, es decir, antes del envío desde la fábrica de tubos, una dureza de Rockwell de 90 HRB o menor, pero con preferencia de 80 HRB o menor.

En este caso, en una forma de realización, es especialmente conveniente que el tubo enrollado sea recocido a una temperatura en un intervalo de 1115° C a 1155° C, con preferencia una temperatura en un intervalo de 1120° C a 1150° C.

5 Cuando en la presente solicitud se habla de que el tubo es recocido a una temperatura indicada, entonces esto significa que el material del propio tubo alcanza esta temperatura.

10 A este respecto, se ajusta la temperatura exacta en una forma de realización de tal manera que el tubo enrollado recocido acabado presenta una dureza de Rockwell de 90 HRB o menor, pero con preferencia de 80 HRB o menor.

15 Por un arrollamiento el tubo en el sentido de la presente solicitud se entiende o bien el arrollamiento flojo del tubo en un anillo sin núcleo o bobina o, en cambio, también el arrollamiento del tubo sobre un núcleo o una bobina, es decir, un bobinado.

En una forma de realización, los tubos acabados de esta manera presentan una longitud de al menos 6 m, con preferencia de al menos 12 m y de manera especialmente preferida de al menos 100 m.

20 Los tubos fabricados de esta manera poseen, en una forma de realización, dimensiones de 6 mm x 0,8 mm hasta 26 mm x 2,5 mm (diámetro x espesor de pared).

Se ha revelado que es conveniente que el tubo, en una forma de realización, sea enrollado en un anillo, pero sin bobina o bien núcleo en el horno de recocido, es decir, que no sea bobinado.

25 Sin embargo, el tubo terminado, preparado para el envío, debe estar enrollado en una forma de realización sobre una bobina, con preferencia una bobina de madera, para posibilitar un trenzado automático posterior. A tal fin se enrolla o bien se bobina, en otra forma de realización del procedimiento de acuerdo con la invención el tubo enrollado y ya recocido en otra etapa sobre una bobina, con preferencia una bobina de madera.

30 Es especialmente conveniente que en una forma de realización de la invención, el tubo sea suministrado en el estado enrollado.

35 Es especialmente conveniente que, en una forma de realización de la invención, el tubo enrollado sea recocido sin bobina o núcleo a una temperatura para que el tubo después del recocido presente una dureza de Rockwell de 80 HRB o menor. A tal fin se ha revelado que es adecuada una temperatura de 1120° C.

40 Es especialmente conveniente que, en una forma de realización de la invención, el tubo enrollado sea recocido sin bobina o núcleo a una temperatura para que el tubo después del recocido presente una dureza de Rockwell de 80 HRB o menor. A tal fin, se ha revelado que es adecuada una temperatura de 1120° C. Si se bobina entonces en una bobina, es decir, que se bobina desde el estado en forma de anillo sin núcleo sobre la bobina, entonces tiene con preferencia una dureza de Rockwell de 90 HRB o menor.

45 En una forma de realización de la invención, el recocido se realiza en una atmósfera de vacío, con preferencia a una presión de 6 mbares o menos. En una forma de realización alternativa, el tubo se recuece en una atmósfera de gas protector, con preferencia en una atmósfera de gas protector que contiene argón. Un recocido en vacío o en una atmósfera de gas protector presenta la ventaja de que el tubo no se oxida.

50 En una forma de realización de la invención, el tubo se recuece en un horno de caja, que permite alcanzar las temperaturas altas necesarias en el material del propio tubo.

En una forma de realización de la invención, el tubo se mantiene durante un periodo de tiempo de al menos cinco minutos y como máximo 20 minutos, con preferencia durante un periodo de tiempo de aproximadamente 10 minutos, a una temperatura en un intervalo de 1100° C a 1200° C.

55 En una forma de realización de la invención, el procedimiento presenta después del recocido del tubo enrollado adicionalmente la etapa de desenrollar el tubo, nueva transformación en frío del tubo, enrollamiento del tubo y nuevo recocido del tubo enrollado a una temperatura en un intervalo de 1100° C a 1200° C.

60 En una secuencia de este tipo de etapas del procedimiento, el primer recocido de reblandecimiento del tubo transformado en frío sirve para la preparación para una transformación en frío nueva.

En este caso, es conveniente una forma de realización de la invención en la que el tubo es laminado primero a paso de peregrino y se estira en frío después de un primer recocido de reblandecimiento para con seguir sus dimensiones finales. Sólo entonces se realiza un recocido de reblandecimiento para posibilitar un trenzado posterior del tubo.

65

ES 2 710 481 T3

En una forma de realización, se desengrasa el tubo antes del recocido en el interior y/o en el exterior, es decir, se limpia de lubricantes. Este desengrasado se realiza en una forma de realización con preferencia con la ayuda de CO₂.

5 Al menos uno de los problemas anteriores se soluciona también por medio de un tubo de acero noble, que presenta

Al menos uno de los problemas anteriores se soluciona también por medio de un tubo de acero noble, que presenta

10 carbono con una proporción no mayor que 0,02 % en peso,
manganeso con una proporción no mayor que 1,0 % en peso,
fósforo con una proporción no mayor que 0,03 % en peso,
azufre con una proporción no mayor que 0,015 % en peso,
silicio con una proporción no mayor que 0,8 % en peso,
níquel con una proporción de 17,5 % en peso a 18,5 % en peso,
15 cromo con una proporción de 19,5 % en peso a 20,5 % en peso,
molibdeno con una proporción de 6,0 % en peso a 6,5 % en peso,
nitrógeno con una proporción de 0,18 % en peso a 0,25 % en peso, así como
cobre con una proporción de 0,5 % en peso a 1,0 % en peso,

20 con un resto de hierro e impurezas inevitables, en el que el tubo de acero noble se enrolla y en el estado enrollado presenta una dureza inferior a 90 HRB, con preferencia inferior a 80 HRB.

En este caso, el tubo de acero noble enrollado presenta en una forma de realización una dilatación de al menos 35 %.

25 Otras ventajas, características y posibilidades de aplicación de la presente invención se aclararán con la ayuda de la siguiente descripción de un ejemplo.

30 La figura 1 muestra un diagrama de flujo del procedimiento para la fabricación de un tubo de acero noble de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

En el presente ejemplo se transformó una lupia del material Sandvik 254 SMO a través de laminación a paso de peregrino en frío en un tubo de acero inoxidable con un diámetro exterior de 10 mm y un espesor de pared de 1,5 mm, después de la laminación a paso de peregrino en frío se enrolló alrededor de un núcleo o una bobina y entonces se recoció para reblandecimiento.

35 En el material de la lupia se trata del acero inoxidable austenítico 254 SMO de alta aleación, que se puede adquirir de la Firma Sandvik. Éste cumple la Norma UNS S31254 (254 SMO) de la American Society of Mechanical Engineers (SME) para la utilización como recipiente de caldera o recipiente de alta presión. El material Sandvik 254 SMO utilizado de forma ejemplar para la lupia considerada aquí contiene, además, de hierro, 0,011 % en peso de C, 0,45 % en peso de Si, 0,56 % en peso de Mn, 0,022 % en peso de P, menos que 0,001 % en peso de S, 20,13 % en peso de Cr, 17,82 % en peso de Ni, 6,09 % en peso de Mo, 0,091 de Co, 0,004 % en peso de Ti, 0,51 % en peso de Cu así como 0,2 % en peso de N.

45 En el tubo acabado se trata de un tubo tal como se trenza para el empleo marítimo e etapas siguientes del procedimiento fuera de la fábrica de tubos en una colada continua con otras coladas continuas.

50 El tubo se recoció después de la laminación a paso de peregrino en frío y del arrollamiento en el estado enrollado a una temperatura de 1120° C durante un tiempo de retención de aproximadamente 10 minutos. El tubo acabado tiene después del enfriamiento una dureza de 73 a 77 HRB, una dilatación de aproximadamente 41 % así como una resistencia a tracción Rp 0,2 de 370 MPa (N/m²). Si se enrolla este tubo a continuación en una bobina de madera o bien desde anillo sin bobina sobre aquélla, entonces el tubo tiene sobre la bobina de madera una dureza de 90 HRB o menor.

55 En comparación con ello, un tubo recocido a temperaturas convencionales, pero no bobinado del mismo material Sandvik 254 SMO tiene una dureza de 96 HRB. De esta manera, después del bobinado, que eleva de nuevo la dureza, es claramente demasiado duro para un trenzado.

60 Para la explicación de resume de nuevo brevemente ahora con la ayuda del diagrama de flujo de la figura 1 el procedimiento para la fabricación de un tubo de acero inoxidable de acuerdo con la presente invención.

En primer lugar, en la etapa 1 se prepara como material de partida una lupia de un acero inoxidable austenítico, que contiene, además de hierro, 0,011 % en peso de C, 0,45 % en peso de Si, 0,56 % en peso de Mn, 0,022 % en peso de P, menos que 0,001 % en peso de S, 20,13 % en peso de Cr, 17,82 % en peso de Ni, 6,09 % en peso de Mo, 0,091 de Co, 0,004 % en peso de Ti, 0,51 % en peso de Cu así como 0,2 % en peso de N. Esta lupia se transforma

ES 2 710 481 T3

en frío a continuación entonces a través de laminación a paso de peregrino en frío 2 en el tubo dimensionado acabado.

- 5 Puesto que durante la laminación a paso de peregrino en frío 2 se aplica lubricante tanto entre los rodillos y el tubo / la lupia como también entre la barra de mandril y el tubo / la lupia, este lubricante debe eliminarse antes del recocido en dos etapas tanto fuera 3 como también dentro 4. Entonces se realiza un primer recocido en la etapa 5. Para aplicaciones especiales se puede realizar a continuación otra transformación en frío, por ejemplo a través de estiramiento en frío, en la etapa 6. Después de la segunda transformación en frío, deben realizarse de nuevo las etapas 3 y 4, es decir, la retirada del lubricante o bien desengrasado, antes de que el tubo sea recocido de nuevo en
- 10 la etapa 5. Después del recocido, se empaqueta el tubo en la etapa 7. Este empaquetado significa en algunas formas de realización que el tubo es bobinado desde el anillo sobre una bobina.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de un tubo de acero inoxidable con las etapas: preparación de una lupia en forma de tubo de un acero inoxidable austenítico, en la que el acero inoxidable presenta
- 10 carbono con una proporción no mayor que 0,02 % en peso,
 manganeso con una proporción no mayor que 1,0 % en peso,
 fósforo con una proporción no mayor que 0,03 % en peso,
 azufre con una proporción no mayor que 0,015 % en peso,
 silicio con una proporción no mayor que 0,8 % en peso,
 níquel con una proporción de 17,5 % en peso a 18,5 % en peso,
 cromo con una proporción de 19,5 % en peso a 20,5 % en peso,
 molibdeno con una proporción de 6,0 % en peso a 6,5 % en peso,
 nitrógeno con una proporción de 0,18 % en peso a 0,25 % en peso, así como
 15 cobre con una proporción de 0,5 % en peso a 1,0 % en peso,
- con un resto de hierro e impurezas inevitables, y transformación en frío de la lupia en un tubo, **caracterizado por que** comprende adicionalmente la etapa de bobinar el tubo y recocer el tubo enrollado después de la transformación en frío a una temperatura en el intervalo de 1100° C a 1200° C.
- 20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el tubo enrollado se recuece a una temperatura en el intervalo de 1115° C a 1155° C, con preferencia a una temperatura en el intervalo de 1120° C a 1150° C.
- 25 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** la temperatura durante el recocido se ajusta de tal manera que el tubo recocido y enrollado presenta una dureza de 90 HRB o menos, con preferencia de 80 HRB o menor.
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tubo es recocido en una atmósfera de vacío, con preferencia a una presión inferior a 6 mbares, o en una atmósfera de gas protector, con preferencia en una atmósfera que contiene argón.
- 35 5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tubo es recocido en un horno de caja.
- 40 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tubo se mantiene durante un periodo de tiempo de al menos 5 minutos y como máximo durante 20 minutos, con preferencia durante un periodo de tiempo de aproximadamente 10 minutos, a una temperatura en un intervalo de 1100° C a 1200° C, con preferencia en un intervalo de 1115° C a 1155° C y de manera especialmente preferida en un Intervalo de 1120° C a 1150° C.
- 45 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tubo se suministra en el estado enrollado.
- 50 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** adicionalmente después del recocido presenta las etapas: desenrollado del tubo, transformación en frío del tubo, enrollado del tubo y nuevo recocido del tubo enrollado a una temperatura en un intervalo de 1100° C a 1200° C, con preferencia en un intervalo de 1115° C a 1155° C y de manera especialmente preferida en un intervalo de 1120° C a 1150° C.
- 55 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tubo se recuece en un anillo sin bobina o núcleo.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** adicionalmente presentada la etapa de bobinado del tubo enrollado recocido sobre una bobina, con preferencia sobre una bobina de madera.
- 60 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tubo se transforma en frío a través de laminación a paso de peregrino en frío o estiramiento en frío.
- 60 12. Tubo de acero inoxidable, que presenta
- 65 carbono con una proporción no mayor que 0,02 % en peso,
 manganeso con una proporción no mayor que 1,0 % en peso,
 fósforo con una proporción no mayor que 0,03 % en peso,
 azufre con una proporción no mayor que 0,015 % en peso,
 silicio con una proporción no mayor que 0,8 % en peso,

ES 2 710 481 T3

níquel con una proporción de 17,5 % en peso a 18,5 % en peso,
cromo con una proporción de 19,5 % en peso a 20,5 % en peso,
molibdeno con una proporción de 6,0 % en peso a 6,5 % en peso,
nitrógeno con una proporción de 0,18 % en peso a 0,25 % en peso, así como
cobre con una proporción de 0,5 % en peso a 1,0 % en peso,

5 con un resto de hierro e impurezas inevitables, y transformación en frío de la lupia en un tubo, **caracterizado por que** el tubo de acero inoxidable se enrolla y presenta en el estado enrollado una dureza inferior a 90 HRB.

10 13. Tubo de acero inoxidable de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** el tubo de acero inoxidable presenta en el estado enrollado una dureza de 80 HRB o menor.

14. Tubo de acero inoxidable de acuerdo con la reivindicación 12 ó 13, **caracterizado por que** el tubo de acero inoxidable enrollado presenta una dilatación de al menos 35 %.

15

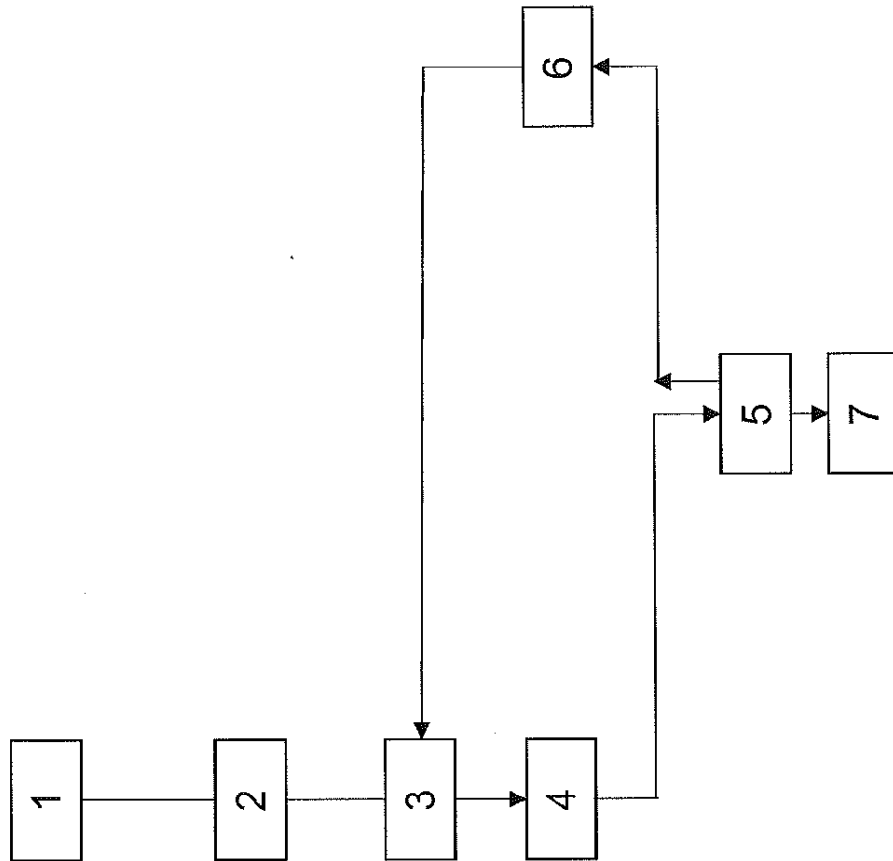


Fig. 1