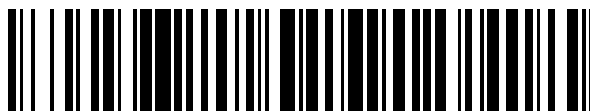


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 151**

51 Int. Cl.:

C21D 8/10	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
B21B 21/00	(2006.01)	C22C 38/42	(2006.01)
B21C 1/22	(2006.01)	C22C 38/44	(2006.01)
B21C 23/08	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)		
C22C 38/58	(2006.01)		
C21D 6/00	(2006.01)		
C21D 7/02	(2006.01)		
C21D 7/12	(2006.01)		
C21D 9/08	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2009 PCT/JP2009/068954**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.2010 WO10070990**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2009 E 09833295 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2380998**

54 Título: **Método para producir tubo de alta aleación**

30 Prioridad:

18.12.2008 JP 2008321809
19.01.2009 JP 2009008406

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.12.2018

73 Titular/es:

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP

72 Inventor/es:

SUWABE, HITOSHI y
ONO, TOSHIHIDE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 693 151 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

Método para producir tubo de alta aleación

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a un método para producir un tubo de alta aleación que exhibe una excelente resistencia a la corrosión incluso en un ambiente corrosivo de gas de dióxido de carbono o en un ambiente corrosivo bajo tensión, y al mismo tiempo tiene una alta resistencia. El tubo de alta aleación producido según la presente invención se puede usar, por ejemplo, para pozos de petróleo o pozos de gas (de aquí en adelante, denominados conjuntamente "pozos de petróleo").

Antecedentes de la técnica

10 En pozos de petróleo profundos o pozos de petróleo con ambientes corrosivos severos que involucran sustancias corrosivas como el gas dióxido de carbono (CO₂) húmedo, sulfuro de hidrógeno (H₂S) o el ion cloruro (Cl⁻), hasta ahora se han usado tubos hechos de aleación de alto contenido en Cr – alto contenido en Ni. Sin embargo, en estos años, los pozos de petróleo tienen una notable tendencia a ser más profundos, y por lo tanto, para el uso en ambientes más severos que los experimentados hasta ahora, se han requerido tubos de aleación que sean de alta
15 resistencia, en particular, del grado de 110 a 140 ksi (la resistencia a la fluencia mínima es de 758,3 a 965,2 MPa) y además tengan resistencia a la corrosión.

Los Documentos de Patente 1 a 4 describen cada uno un método para producir un tubo para pozo de petróleo de alta aleación con una alta resistencia mediante trabajo en caliente y tratamiento en solución de una aleación de alto contenido en Cr – alto contenido en Ni, y luego un trabajo en frío con una reducción del espesor de pared de 10 a
20 60%.

El Documento de Patente 5 describe que, con el fin de obtener una aleación de austenita de excelente resistencia a la corrosión en un ambiente de sulfuro de hidrógeno, se realiza un trabajo en frío a la aleación que contiene La, Al, Ca, S y O en una interrelación específica, de modo que se controlan las formas de las inclusiones. El trabajo en frío se realiza con el objetivo de añadir resistencia, y desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, se realiza
25 una reducción del espesor de pared del 30% o menos.

El Documento de Patente 6 describe una aleación de alto contenido en Ni – alto contenido en Cr mejorada en la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión en un ambiente de sulfuro de hidrógeno especificando los contenidos de Cu y Mo, y establece que la resistencia se controla preferentemente mediante trabajo en frío con relación de trabajo del 30% o menos después del trabajo en caliente.

30 El Documento de Patente 7 describe un método para producir una aleación de alto contenido en Ni para uso en tubos de pozos de petróleo, en donde la aleación de alto contenido en Ni está diseñada para contener una cantidad apropiada de N y para contener S en un contenido limitado a 0,01% en peso o menos y es capaz de producir un tubo de pozo de petróleo de excelente resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión al someterse a un tratamiento térmico de solución y posteriormente someterse a un trabajo en frío de 5 a 25%.

35 El Documento de Patente 8 describe un método para producir un tubo para pozos de petróleo resistente a gases ácidos en donde el tubo se somete a un trabajo plástico del 35% o más en términos de la reducción de área en el intervalo de temperatura de 200°C a temperatura normal, sucesivamente se calienta a una temperatura inmediatamente superior a la temperatura de recristalización y se mantiene a esta temperatura y luego se enfría, y luego se somete a un trabajo en frío, incluyendo una descripción de un ejemplo en el que, en el trabajo final en frío,
40 se realiza un estiramiento en frío del 15 al 30%.

El Documento de Patente 9 describe una aleación adecuada para uso como producto tubular en operaciones de gas ácido y profundas, teniendo la aleación una combinación de resistencia a la corrosión, alta resistencia en condiciones de trabajo en frío y resistencia al agrietamiento por sulfuro bajo tensión y por corrosión bajo tensión. La aleación se procesa en tubos sin soldadura mediante laminado de paso de peregrino, impartiendo un grado de
45 trabajo en frío del 25 a 60% para alcanzar y controlar las propiedades mecánicas deseadas.

Lista de citas**Documentos de Patente**

[Documento de Patente 1] JP58-6927A

[Documento de Patente 2] JP58-9922A

50 [Documento de Patente 3] JP58-11735A

[Documento de Patente 4] US4421571B

[Documento de Patente 5] JP63-274743A

[Documento de Patente 6] JP11-302801A

[Documento de Patente 7] JP63-83248A

[Documento de Patente 8] JP63-203722A

5 [Documento de Patente 9] US4489040A

Resumen de la invención

Problema Técnico

10 Sin embargo, en los documentos descritos anteriormente, no se ha realizado ninguna investigación específica sobre la alta resistencia obtenida por el trabajo en frío en donde se tenga en cuenta la composición del tubo de alta aleación, y no se ofrece ninguna sugerencia con respecto al diseño de composición apropiado o las condiciones de trabajo en frío para alcanzar la resistencia objetivo, en particular, la resistencia a la fluencia objetivo.

15 A la vista de estas circunstancias, un objetivo de la presente invención es proporcionar un método para producir un tubo de alta aleación que no solo tenga la resistencia a la corrosión requerida para los tubos para pozos de petróleo usados en pozos de petróleo profundos o en ambientes corrosivos severos sino que al mismo el tiempo tenga la resistencia objetivo.

Solución al Problema

20 Con el fin de resolver los problemas descritos anteriormente, los presentes inventores realizaron experimentos en materiales de alta aleación con diversas composiciones químicas, para examinar la resistencia a la tensión variando de forma diversa la relación de trabajo en el laminado en frío final, en la producción de tubos de alta aleación por laminado en frío. En consecuencia, los presentes inventores obtuvieron los siguientes hallazgos (a) a (h).

(a) Los tubos de alta aleación usados en pozos de petróleo profundos o en pozos de petróleo usados en ambientes corrosivos severos deben tener resistencia a la corrosión. Cuando la composición química básica del tubo de alta aleación se establece de manera que tenga (20 a 30%) Cr - (25 a 40%) Ni, se requiere que el contenido de C disminuya desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión.

25 (b) Cuando se reduce el contenido de C, la resistencia llega a ser insuficiente sin aplicar ninguna otra operación; sin embargo, un tubo de material de alta aleación formado mediante trabajo en caliente y opcionalmente por tratamiento térmico en solución sólida puede mejorar en resistencia aplicando posteriormente laminado en frío. Aquí, debe observarse que cuando la relación de trabajo excede el 80% en términos de la reducción de área, se mantiene la alta resistencia, pero se produce el endurecimiento por trabajo y, por lo tanto, se deteriora la ductilidad o la tenacidad. Cuando la relación de trabajo en este caso es del 30% o menos en términos de la reducción de área, no se puede alcanzar una alta resistencia deseada. En consecuencia, es necesario establecer la relación de trabajo del laminado en frío en más de 30%, y 80% o menos en términos de la reducción de área, y la relación de trabajo es preferiblemente de 35 a 80%.

30 (c) Además, se ha encontrado que cuando la relación de trabajo R_d en el momento de realizar el laminado en frío está en un intervalo de más de 30% y 80% o menos en términos de reducción de área, en un tubo de alta aleación con una composición química básica de (20 a 30%) Cr - (25 a 40%) Ni, cuanto mayor sea la relación de trabajo R_d del laminado en frío final, mayor será el límite elástico obtenido YS , y la relación entre la relación de trabajo R_d y la resistencia a la fluencia YS se representa como una relación lineal.

40 También se ha descubierto que la resistencia del tubo de alta aleación se ve significativamente afectada por el contenido de N, y cuanto mayor es el contenido de N en el material de alta aleación, se puede obtener tubo de alta aleación de mayor resistencia. Esto es probablemente porque cuanto mayor es el contenido de N, más extensivamente se desarrolla el fortalecimiento de la solución sólida y, por lo tanto, se mejora la resistencia.

45 La Figura 1 presenta las gráficas de los valores del límite elástico YS (MPa) obtenidos en un ensayo de tensión frente a los valores de la relación de trabajo R_d (%) en términos de reducción de área, para los tubos de alta aleación con diversas composiciones químicas, usados en el Ejemplo descrito posteriormente. La Figura 1 muestra que se produce una relación lineal entre la relación de trabajo R_d en términos de la reducción de área y la resistencia a la fluencia YS para cada material con alto contenido en N (contenido de N: 0,1963% en masa) y con bajo contenido en N (contenido de N: 0,0784 a 0,0831% en masa). La Figura 1 también muestra que los mayores valores de la resistencia a la fluencia YS se obtienen para el material con alto contenido en N que para el material con bajo contenido en N, y se observa que, con el aumento del contenido de N, se puede obtener un tubo de alta aleación con una mayor resistencia.

50 (d) A continuación, los presentes inventores han pensado que llega a ser posible establecer una técnica de diseño de componentes apropiada que se asocie con las condiciones de trabajo del tubo, con el fin de alcanzar la

resistencia a la fluencia objetivo para el tubo de alta aleación, porque la resistencia a la fluencia del tubo de alta aleación depende de la relación de trabajo Rd en el momento de realizar el laminado en frío y de la composición química del tubo de alta aleación. En otras palabras, el fin de alcanzar la resistencia a la fluencia objetivo para el tubo de alta aleación, viene a realizarse no con la regulación fina basada en la composición química del tubo de alta aleación, sino con la regulación fina basada en la relación de trabajo Rd en el momento de realizar el laminado en frío. Adicionalmente, pasa a ser innecesario realizar la fusión de un gran número de tipos de altas aleaciones preparadas variando la composición de la aleación según el nivel de resistencia exigido, y en consecuencia, se puede suprimir el exceso de material de las palanquillas.

Como se describió anteriormente, cuando se puede establecer la técnica de diseño de componentes apropiada asociada con las condiciones de trabajo del tubo, solo se requiere realizar el laminado en frío, con el fin de obtener un tubo de alta aleación con una resistencia objetivo, bajo las condiciones de laminado en frío objetivo teniendo en cuenta la composición de la aleación del material, es decir, con la relación de trabajo objetivo Rd o la relación de trabajo más alta que la relación de trabajo objetivo, sin que se requiera variar la composición de la aleación del material caso por caso.

(e) Sobre la base de tal idea como se describió anteriormente, los presentes inventores han realizado continuamente un estudio diligente sobre las correlaciones entre la resistencia a la fluencia del tubo de alta aleación, la relación de trabajo Rd en el momento de realizar el laminado en frío y la composición química del tubo de alta aleación. En consecuencia, se ha descubierto que en un tubo de alta aleación con la composición química básica de (20 a 30%) Cr - (25 a 40%) Ni y con el contenido de N dentro de un intervalo de 0,05 a 0,50%, cuando la relación de trabajo Rd en el momento de realizar el laminado en frío está dentro de un intervalo mayor que 30% e igual o menor que 80% en términos de la reducción de área, la resistencia a la fluencia YS (MPa) puede calcularse sobre la base de la relación de trabajo Rd determinada por la reducción del área en el momento de realizar el laminado en frío y los contenidos individuales de Cr, Mo y N en la composición química del tubo de alta aleación, y sobre la base de la siguiente fórmula (2):

$$YS = 3,1x(Rd+Cr+6xMo+300xN) + 520 \quad (2)$$

en donde YS y Rd significan, respectivamente, la resistencia a la fluencia (MPa) y la relación de trabajo (%) en términos de la reducción de área, y Cr, Mo y N significan el contenido (% en masa) de los elementos respectivos.

En general, los ejemplos del método de trabajo en frío incluyen un estirado en frío usando una máquina de estirado con una matriz y un tapón y un laminado en frío usando un molino de paso de peregrino con rodillos y un mandril. Sin embargo, los presentes inventores han descubierto que incluso cuando se trata de las relaciones de trabajo determinadas por la misma reducción de área, la resistencia del tubo obtenida por estirado en frío es mayor que la resistencia del tubo de la presente invención obtenida por laminado en frío. En consecuencia, la presente invención se restringe a un método para producir un tubo de alta aleación a través de una etapa de laminado en frío.

La Figura 2 es un gráfico de los valores de la resistencia a la fluencia YS (MPa) obtenidos mediante un ensayo de tensión frente a los valores obtenidos sustituyendo, en el lado derecho de la fórmula (2) descrita anteriormente, las composiciones químicas y las relaciones de trabajo Rd (%) en términos de la reducción del área, para los diversos tubos de alta aleación utilizados en el Ejemplo descrito anteriormente, en donde la abscisa representa el lado derecho de la fórmula (2) y la ordenada representa el YS. La Figura 2 muestra que, en lo que respecta al tubo de alta aleación que tiene la composición química básica de (20 a 30%) Cr - (25 a 40%) Ni, la resistencia a la fluencia del tubo de alta aleación puede obtenerse con una precisión satisfactoria, de acuerdo con la fórmula (2), a partir de la composición química del tubo de alta aleación y la relación de trabajo Rd (%) en términos de la reducción del área para el tubo de alta aleación.

(f) Por consiguiente, con el fin de obtener un tubo de alta aleación con una resistencia objetivo, solo se requiere desarrollar, mediante el laminado en frío, la fracción de límite elástico, exclusiva de la resistencia a la fluencia desarrollada por los componentes de aleación del material, es decir, por los contenidos de Cr, Mo y N. Por lo tanto, con el fin de alcanzar el límite de elasticidad objetivo MYS (grado de 110 a 140 ksi (la resistencia a la fluencia mínima es de 758,3 a 965,2 MPa)), después de que la composición química del tubo de alta aleación se selecciona para tener la composición química básica de (20 a 30%) Cr - (25 a 40%) Ni y estando el contenido de N dentro de un intervalo de 0,05 a 0,50%, solo se requiere realizar el laminado en frío final con la relación de trabajo Rd (%) obtenida a partir de la fórmula (2) descrita anteriormente o la relación de trabajo mayor que esta relación de trabajo. En consecuencia, solo se requiere realizar el laminado en frío bajo las condiciones en que la relación de trabajo Rd, en términos de la reducción de área en la etapa final de laminado en frío, se encuentre dentro de un intervalo superior al 30% e igual o inferior al 80%, y adicionalmente se satisface la siguiente fórmula (1):

$$Rd(\%) \geq (MYS-520)/3,1 - (Cr+6xMo+300xN) \quad (1)$$

en donde Rd y MYS significan la relación de trabajo (%) en términos de la reducción de área y la resistencia a la fluencia objetivo (MPa), respectivamente, y Cr, Mo y N significan el contenido (% en masa) de los elementos individuales, respectivamente.

(g) También se ha descubierto que con el fin de obtener un tubo de alta aleación con una mayor resistencia, es decir, un tubo de alta aleación con un límite de elasticidad objetivo MYS (grado de 125 a 140 ksi (la resistencia a la fluencia mínima es de 861,8 a 965,2 MPa)), solo se requiere regular la relación de trabajo R_d en términos de la reducción de área en la etapa final de laminado en frío para estar particularmente dentro de un intervalo de 60 a 80%, o aumentar el contenido de N en la alta aleación para estar particularmente dentro de un intervalo de 0,16 a 0,50%. Por consiguiente, restringiendo la relación de trabajo R_d en términos de la reducción de área en la etapa final de laminado en frío para estar particularmente dentro de un intervalo de 60 a 80%, es posible producir un tubo de alta aleación con la resistencia a la fluencia MYS objetivo (grado de 125 a 140 ksi (la resistencia a la fluencia mínima es de 861,8 a 965,2 MPa)), incluso con el contenido de N dentro de un intervalo de 0,05 a 0,50%. Alternativamente, al aumentar el contenido de N para estar particularmente dentro de un intervalo de 0,16 a 0,50%, es posible producir un tubo de alta aleación con la resistencia a la fluencia objetivo MYS (grado de 125 a 140 ksi (la resistencia a la fluencia mínima es 861,8 a 965,2 MPa)), incluso con la relación de trabajo R_d en términos de la reducción del área en la etapa final de laminado en frío, permaneciendo dentro de un intervalo mayor que 30% e igual o menor a 80%. Además, cuando se especifica que la relación de trabajo R_d en términos de reducción de área en la etapa final de laminado en frío esté dentro de un intervalo de 60 a 80% y el contenido de N en la alta aleación se aumenta para estar dentro de un intervalo de 0,16 a 0,50%, es posible producir un tubo de alta aleación en el que la resistencia a la fluencia objetivo es de un grado mayor de 140 ksi (la resistencia a la fluencia mínima es de 965,2 MPa).

(h) Como se describió anteriormente, para el tubo de alta aleación con la composición química básica de (20 a 30%) Cr - (25 a 40%) Ni, sin añadir excesivamente los componentes de aleación, seleccionando las condiciones de trabajo en el momento del laminado en frío, puede alcanzarse la resistencia a la fluencia objetivo y, por lo tanto, puede lograrse la reducción del coste de la materia prima. Además, seleccionando las condiciones de trabajo en el momento del laminado en frío de conformidad con la composición de la aleación del material, puede obtenerse el tubo de alta aleación con la resistencia objetivo y, por lo tanto pasa a ser innecesario realizar la fusión de un gran número de tipos de altas aleaciones variando la composición de la aleación dependiendo del nivel de resistencia; en consecuencia, se puede suprimir el exceso de material de las palanquillas.

La presente invención se ha perfeccionado sobre la base de nuevos hallazgos, como los descritos anteriormente, y la esencia de la presente invención es como se describe en los siguientes puntos (1) a (4).

(1) Un método para producir un tubo de alta aleación con una resistencia a la fluencia mínima de 758,3 a 965,2 MPa, que comprende:

preparar un tubo de material de alta aleación con una composición química consistente en, en % en masa, C: 0,03% o menos, Si: 1,0% o menos, Mn: 0,3 a 5,0%, Ni: 25 a 40%, Cr: 20 a 30%, Mo: 0,01 a 4%, Cu: 0,1 a 3%, N: 0,05 a 0,50%, Ca: 0,01% o menos, Mg: 0,01% o menos y Elemento(s) de las Tierras Raras: 0,2% o menos, y el resto es Fe e impurezas, conteniendo las impurezas 0,03% o menos de P, 0,03% o menos de S y 0,010% o menos de O, mediante un trabajo en caliente y opcionalmente mediante un tratamiento térmico en solución sólida; y producir el tubo de alta aleación sometiendo posteriormente el tubo de material de alta aleación a laminado en frío,

en donde laminado en frío se realiza bajo las condiciones en que la relación de trabajo R_d , en términos de reducción de área, en la etapa final de laminado en frío está dentro de un intervalo mayor que 30% e igual o menor que 80%, y se satisface la siguiente fórmula (1):

$$R_d(\%) \geq (MYS-520)/3,1 - (Cr+6xMo+300xN) \quad (1)$$

en donde R_d y MYS significan la relación de trabajo (%) en términos de reducción de área y la resistencia a la fluencia (MPa) objetivo, respectivamente, y Cr, Mo y N significan el contenido (% en masa) de los elementos individuales, respectivamente.

(2) Un método para producir un tubo de alta aleación según el punto (1), el tubo de alta aleación producido con una resistencia a la fluencia mínima de 861,8 a 965,2 MPa, en donde el laminado en frío se realiza bajo las condiciones en que la relación de trabajo R_d , en términos de la reducción de área, en la etapa final de laminado en frío, está dentro de un intervalo de 60 a 80%.

(3) Un método para producir un tubo de alta aleación según el punto (1), el tubo de alta aleación producido con una resistencia a la fluencia mínima de 861,8 a 965,2 MPa, en donde el tubo de material de alta aleación tiene una composición química que consiste en, en % en masa, C: 0,03% o menos, Si: 1,0% o menos, Mn: 0,3 a 5,0%, Ni: 25 a 40%, Cr: 20 a 30%, Mo: 0,01 a 4%, Cu: 0,1 a 3%, N : 0,16 a 0,50%, Ca: 0,01% o menos, Mg: 0,01% o menos y Elemento(s) de las Tierra Raras: 0,2% o menos, y el resto es Fe e impurezas, conteniendo las impurezas 0,03% o menos de P, 0,03 % o menos de S y 0,010% o menos de O.

(4) Un método para producir un tubo de alta aleación según el punto (2), el tubo de alta aleación producido con un resistencia a la fluencia mínima de 965,2 MPa, en donde el tubo de material de alta aleación tiene una composición química que consiste en, en % en masa, de C: 0,03% o menos, Si: 1,0% o menos, Mn: 0,3 a 5,0%, Ni: 25 a 40%, Cr: 20 a 30%, Mo: 0,01 a 4%, Cu: 0,1 a 3%, N: 0,16 a 0,50%, Ca: 0,01% o menos, Mg: 0,01% o menos y Elemento(s) de las Tierras Raras: 0,2% o menos, y el resto es Fe e impurezas, conteniendo las impurezas 0,03% o menos de P, 0,03% o menos de S y 0,010% o menos de O.

Efectos Ventajosos de la Invención

Según la presente invención, se puede producir un tubo de alta aleación con la resistencia a la corrosión requerida para tubos de pozos de petróleo usados en pozos de petróleo profundos o en ambientes corrosivos severos y al mismo tiempo con una resistencia objetivo sin añadir excesivamente componentes de aleación, mediante la selección de las condiciones de trabajo en el momento del laminado en frío.

Breve Descripción de los Dibujos

[Fig. 1] La Fig. 1 son las gráficas, para tubos de alta aleación, de los valores de la resistencia a la fluencia YS (MPa) obtenidos en un ensayo de tensión frente a los valores de la relación de trabajo Rd (%) en términos de la reducción de área.

[Fig. 2] La Fig. 2 es un gráfico, para tubos de alta aleación, de los valores de la resistencia a la fluencia YS (MPa) obtenidos mediante un ensayo de tensión frente a los valores obtenidos sustituyendo, en el lado derecho de la fórmula (2) descrita anteriormente, las composiciones químicas y las relaciones de trabajo Rd (%) en términos de la reducción del área, en donde la abscisa representa el lado derecho de la fórmula (2) y la ordenada representa el YS.

Descripción de las Realizaciones

A continuación, se hace una descripción de las razones para limitar la composición química de la alta aleación usada en el método para producir un tubo de alta aleación según la presente invención. Aquí, debe observarse que "%" en cada uno de los contenidos de los elementos individuales representa "% en masa".

C: 0,03% o menos

Cuando el contenido de C excede el 0,03%, el carburo de Cr se forma en los límites del grano de cristal, y la susceptibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión en los límites del grano aumenta. En consecuencia, el límite superior del contenido de C se establece en 0,03%. Un límite superior preferible es 0,02%.

Si: 1,0% o menos

El Si es un elemento que es eficaz como desoxidante para aleaciones, y puede contenerse si es necesario. Los efectos como desoxidante se obtienen para el contenido de Si de 0,05% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Si excede el 1,0%, se deteriora la trabajabilidad en caliente y, en consecuencia, el contenido de Si se establece en 1,0% o menos. El intervalo del contenido de Si es preferiblemente 0,5% o menos, y más preferiblemente 0,4% o menos.

Mn: 0,3 a 5,0%

El Mn es un elemento que es eficaz como desoxidante para aleaciones, de forma similar al Si como se describió anteriormente, y también es efectivo para la estabilización de la fase austenítica. El efecto del Mn se obtiene con un contenido de Mn de 0,3% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Mn excede el 5,0%, la trabajabilidad en caliente se deteriora. Cuando el límite superior del contenido de N efectivo para aumentar la resistencia se establece tan alto como 0,5%, tienden a producirse picaduras en la proximidad de la superficie de la aleación en el momento de la solidificación después de la fusión, y por lo tanto es preferible contener Mn que tiene un efecto en el aumento de la solubilidad del N y, en consecuencia, el límite superior del contenido de Mn se establece en el 5,0%. En consecuencia, el contenido de Mn se establece en 0,3 a 5,0%. El intervalo del contenido de Mn es preferiblemente de 0,3 a 3,0% y más preferiblemente de 0,4 a 1,0%.

Ni: 25 a 40%

El Ni es un elemento que es importante para estabilizar la fase austenítica y para mantener la resistencia a la corrosión. Sin embargo, cuando el contenido de Ni es inferior al 25%, no se produce un recubrimiento suficiente de sulfuro de Ni en la superficie exterior de la aleación y, por lo tanto, no se obtiene el efecto debido al contenido de Ni. Por otro lado, cuando el contenido de Ni excede el 40%, el efecto debido al Ni está saturado, el costo de la aleación aumenta y la eficiencia económica se ve afectada. En consecuencia, el contenido de Ni se establece en 25 a 40%. El intervalo del contenido de Ni es preferiblemente de 29 a 37%.

Cr: 20 a 30%

El Cr es un componente que es eficaz para mejorar la resistencia a la corrosión por sulfuro de hidrógeno tipificada mediante la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión en la presencia concomitante de Ni, y para alcanzar una alta resistencia a través del fortalecimiento de la solución sólida. Sin embargo, cuando el contenido de Cr es inferior al 20%, no se obtiene el efecto del Cr. Por otro lado, cuando el contenido de Cr excede el 30%, el efecto debido al Cr está saturado, y tales contenidos altos no son preferibles desde el punto de vista de la trabajabilidad en caliente. En consecuencia, el contenido de Cr se establece en 20 a 30%. El intervalo del contenido de Cr es preferiblemente de 23 a 27%.

Mo: 0,01 a 4%

5 El Mo es un componente que tiene la función de mejorar la resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión en la presencia concomitante de Ni y Cr, y también es eficaz para contribuir a la mejora de la resistencia a través del fortalecimiento de la solución sólida y, por lo tanto, se puede contener Mo si es necesario. Cuando se pretende obtener el efecto del Mo, el contenido de Mo es del 0,01% o más. Por otro lado, cuando el contenido de Mo es 4% o más, el efecto del Mo está saturado y la trabajabilidad en caliente se deteriora por el contenido excesivo de Mo. En consecuencia, el contenido de Mo se establece en 0,01 a 4%. Con el fin de obtener una excelente resistencia al agrietamiento por corrosión bajo tensión, el límite inferior del contenido de Mo se establece preferiblemente en el 1,5%.

10 Cu: 0,1 a 3%

15 El Cu tiene una función de mejorar notablemente la resistencia a la corrosión por sulfuro de hidrógeno en un ambiente de sulfuro de hidrógeno, y puede contenerse si es necesario. Cuando se pretende obtener el efecto del Cu, el contenido del Cu es del 0.1% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Cu excede el 3%, el efecto del Cu está saturado y, de forma adversa, se deteriora la trabajabilidad en caliente. En consecuencia, el contenido de Cu se establece en 0,1 a 3% y preferiblemente en 0,5 a 2%.

N: 0,05 a 0,50%

20 La alta aleación de la presente invención se requiere para disminuir el contenido de C desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión. Con este fin, es positivo que se contenga, y el aumento de la resistencia se alcanza a través del fortalecimiento de la solución sólida, sin deteriorar la resistencia a la corrosión. Al contener N, se puede obtener un tubo de alta aleación con una mayor resistencia después del tratamiento térmico en solución sólida. Por consiguiente, se puede adquirir una resistencia prevista sin aumentar excesivamente la relación de trabajo (reducción de área) en el momento de realizar el trabajo en frío, incluso con una baja relación de trabajo, y por lo tanto puede eliminarse el deterioro de la ductilidad debido a la alta relación de trabajo. Con el fin de obtener el efecto del N, es necesario contener 0,05% o más de N. Por otro lado, cuando el contenido de N excede del 0,50%, la trabajabilidad en caliente se deteriora y, además, tienden a producirse picaduras en las proximidades de la superficie de la aleación en el momento de la solidificación después de la fusión. En consecuencia, el contenido de N se establece en 0,05 a 0,50%. El intervalo del contenido de N es preferiblemente de 0,06 a 0,30% y más preferiblemente de 0,06 a 0,22%. Cuando se pretende obtener una mayor resistencia, el límite inferior del contenido de N se establece preferiblemente en 0,16%.

30 Además, sobre la base de las razones descritas a continuación, el P, el S y el O contenidos como impurezas están limitados de tal forma que P: 0,03% o menos, S: 0,03% o menos y O: 0,010% o menos.

P: 0,03% o menos

35 El P está contenido como una impureza, y cuando el contenido de P excede el 0,03%, la susceptibilidad al agrietamiento por corrosión bajo tensión en un ambiente de sulfuro de hidrógeno aumenta. En consecuencia, el límite superior del contenido de P se establece en 0,03% o menos y preferiblemente en 0,025%.

S: 0,03% o menos

El S está contenido como una impureza, de forma similar al P como se describió anteriormente, y cuando el contenido de S excede el 0,03%, la trabajabilidad en caliente se deteriora notablemente. En consecuencia, el límite superior del contenido de S se establece en 0,03% y preferiblemente en 0,005%.

40 O: 0,010% o menos

En la presente invención, el N está contenido en una cantidad tan elevada como de 0,05% a 0,50% y, por lo tanto, la trabajabilidad en caliente tiende a deteriorarse. Cuando el contenido de O excede 0,010%, la trabajabilidad en caliente se deteriora. En consecuencia, el contenido de O se establece en 0,010% o menos.

45 La alta aleación según la presente invención puede contener además uno o más de Ca, Mg y de los elementos de las tierras raras (ETR), además de los elementos de aleación descritos anteriormente. Las razones por las que estos elementos pueden estar contenidos y los contenidos de estos elementos cuando estos elementos están contenidos son los siguientes.

Ca: 0,01% o menos, Mg: 0,01% o menos y Elemento(s) de las Tierras Raras: 0,2% o menos de uno o más elementos

50 Estos componentes pueden contenerse si es necesario. Cuando están contenidos, cualquiera de estos componentes fija el S, como un sulfuro, que altera la trabajabilidad en caliente, y por lo tanto tiene un efecto para mejorar la trabajabilidad en caliente. Sin embargo, cuando el contenido de Ca o bien de Mg excede el 0,01%, o el contenido de los ETR excede el 0,2%, se producen óxidos gruesos, y se genera el deterioro de la trabajabilidad en caliente; en consecuencia, los límites superiores de estos elementos se establecen en 0,01% para Ca y Mg, y en

0,2% para los ETR, respectivamente. Se debe observar que, con el fin de desarrollar ciertamente el efecto de mejora de la trabajabilidad en caliente, es preferible contener Ca y Mg cada uno en un contenido de 0,0005% o más y los ETR en un contenido de 0,001% o más. En esta memoria, los ETR es un nombre genérico para los 17 elementos que son los 15 elementos lantánidos y Y y Sc, y uno o más de estos elementos pueden estar contenidos. El contenido de los ETR significa la suma de los contenidos de estos elementos.

El tubo de alta aleación según la presente invención contiene los elementos esenciales descritos anteriormente, y adicionalmente los elementos opcionales descritos anteriormente, estando el resto compuesto de Fe e impurezas. Aquí, las impurezas como se refieren en la presente memoria significan las sustancias que contaminan los materiales de alta aleación cuando se producen industrialmente tubos de alta aleación, debido a las materias primas tales como minerales y desechos, y debido a varios otros factores en el proceso de producción, y se les permite contaminar dentro de los intervalos que no afectan adversamente a la presente invención.

El tubo de alta aleación según la presente invención puede ser producido por el equipamiento de producción y el método de producción usado para la producción comercial habitual. Por ejemplo, para la fusión de la aleación, puede usarse un horno eléctrico, un horno de descarburación de gas mixto Ar-O₂ (horno AOD), un horno de descarburación al vacío (horno VOD) o similar. La aleación fundida obtenida por fusión puede ser moldeada en lingotes, o puede ser moldeada en palanquillas tipo varilla mediante un método de colada continua. Al usar estas palanquillas, con un método de producción de tubos Mannesmann, se puede producir un tubo de material de alta aleación para uso en laminado en frío. El tubo de material después del trabajo en caliente se puede convertir en un tubo producto con una resistencia prevista por laminado en frío.

En la presente invención, se especifica la relación de trabajo en el momento del laminado en frío final, el tubo de material para uso en laminado en frío, obtenido por el trabajo en caliente, se somete a un tratamiento térmico en solución sólida si es necesario y, posteriormente, se lleva a cabo un desincrustado para eliminar las escamas en la superficie de la tubería y, de este modo, se puede producir una tubería de alta aleación con la resistencia prevista mediante una operación de laminado en frío; o alternativamente, antes del laminado en frío final, el tratamiento térmico en solución sólida se realiza llevando a cabo una o más operaciones de trabajo en frío intermedio, y el laminado en frío final se puede realizar después del desincrustado. En la presente invención, el trabajo en frío final tiene que ser solo laminado en frío, y el trabajo en frío realizado de manera intermedia puede ser laminado en frío o estirado en frío. Al realizar un trabajo en frío intermedio, la relación de trabajo en el laminado en frío final se controla fácilmente y, al mismo tiempo, en comparación con el caso en el que el laminado en frío final se aplica en el estado de haber sido sometido a trabajo en caliente, se puede obtener un tubo con unas dimensiones de tubo de mayor precisión mediante el laminado en frío final.

Ejemplo 1

Primero, las aleaciones con las composiciones químicas mostradas en la Tabla 1 se fundieron con un horno eléctrico y se regularon respecto a los componentes para tener aproximadamente las composiciones químicas pretendidas, y luego, la fusión se realizó mediante un método en el que, usando un horno AOD, se llevaron a cabo un tratamiento de descarburación y un tratamiento de desulfuración. Cada una de las aleaciones fundidas obtenidas se moldeó en un lingote con un peso de 1500 kg y un diámetro de 500 mm. Luego, el lingote se cortó a una longitud de 1000 mm para producir una palanquilla para usar en la producción de tubos de extrusión. A continuación, usando esta palanquilla, se formó un tubo de material para uso en el laminado en frío mediante el método de producción de tubo de extrusión en caliente basado en el proceso Ugine-Sejourmet.

Tabla1

Tabla 1

Ensayo N°.	Composición química (% en masa, el resto: Fe e impurezas)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N
1	0,018	0,29	0,61	0,022	0,0003	30,27	24,79	2,79	0,81	0,0831
2	0,018	0,29	0,61	0,022	0,0003	30,27	24,79	2,79	0,81	0,0831
3	0,018	0,29	0,61	0,022	0,0003	30,27	24,79	2,79	0,81	0,0831
4	0,018	0,30	0,59	0,023	0,0002	30,23	24,76	2,77	0,79	0,0804
5	0,019	0,30	0,60	0,022	0,0002	30,35	24,69	2,79	0,74	0,0784
6	0,012	0,24	0,57	0,023	0,0002	30,71	25,26	2,83	0,78	0,1963
7	0,012	0,24	0,57	0,023	0,0002	30,71	25,26	2,83	0,78	0,1963

Cada uno de los tubos de material obtenidos para uso en el trabajo en frío se sometió a un tratamiento térmico en solución bajo las condiciones en las que se refrigeró con agua después de ser mantenido a 1100°C durante 2 minutos o más, luego se realizó el trabajo en frío final, basado en la laminación en frío usando un molino de paso de peregrino, variando la relación de trabajo (%) Rd en términos de la reducción de área para tener diferentes valores, tal como se muestra en la Tabla 2, y así se obtuvo un tubo de alta aleación. Debe observarse que, antes de que se

- 5 realizara el laminado en frío, se aplicó un chorro de granallas al tubo, y así se eliminaron las escamas de la superficie. Las dimensiones (el diámetro exterior en mm x el espesor de pared en mm) de cada uno de los tubos antes y después del trabajo final en frío se muestran en la Tabla 2. Para algunos tubos de material para uso en el trabajo en frío, se realizó un tratamiento térmico en solución en el cual, después de un estrado en frío, se refrigeró con agua después de mantenerse a 1100°C durante 2 minutos o más, y luego se realizó el trabajo en frío final basado en el laminado en frío.

Tabla 2

Tabla 2

Ensayo N°	Dimensiones antes del laminado en frío final (Diámetro externo x diámetro interno x espesor de pared)	Dimensiones después del laminado en frío final (Diámetro externo x diámetro interno x espesor de pared)	Rd (%)	Lado derecho de la Fórmula (2) (MPa)	Valores obtenidos	
					YS (MPa)	TS (MPa)
1	78x61,2x8,4	60,5x47,5x6,5	40	850,0	843,8	883,1
2	96x83x6,5	60,5x47,5x6,5	40	850,0	852,8	910,7
3	95x74,2x10,4	60,5x47,5x6,5	60	909,1	899,7	960,3
4	100x70x15	60,5x47,5x6,5	72	946,3	945,2	1000,3
5	101x79x11	60,5x47,6x6,45	65	922,8	919,7	970,0
6	97x80x8,5	60,5x43,5x8,5	41	960,6	960,3	1030,0
7	97x80x8,5	60,5x49,5x5,5	60	1019,5	1030,0	1129,9

- 10 Posteriormente, a partir de los tubos de alta aleación obtenidos, se tomaron muestras de ensayos de tensión en forma de arco en la dirección del eje de la tubería, y se sometieron a un ensayo de tensión. Los valores observados como los resultados del ensayo, es decir, los valores de la resistencia a la fluencia YS (MPa) (límite de fluencia 0,2%) y los valores de la resistencia a la tensión TS (MPa) en el ensayo de tensión se muestran en la Tabla 2, junto con los valores numéricos basados en el lado derecho de la fórmula (2).
- 15 Como se muestra en la Tabla 2, seleccionando apropiadamente la composición de aleación y la relación de trabajo Rd en términos de la reducción de área en la etapa de laminado en frío, se puede producir un tubo de alta aleación con una alta resistencia con una resistencia a la fluencia mínima de 758,3 a 965,2 MPa (grado de 110 a 140 ksi) como la resistencia objetivo. Además, estableciendo la relación de trabajo Rd en particular dentro de un intervalo de 60 a 80%, o aumentando el contenido de N en particular para ser de 0,16 a 0,50%, se puede producir un tubo de
- 20 alta aleación con una alta resistencia con una resistencia a la fluencia mínima de 861,8 a 965,2 MPa (grado de 125 a 140 ksi) como la resistencia objetivo. Además, estableciendo la relación de trabajo Rd dentro de un intervalo de 60 a 80% y aumentando el contenido de N para ser de 0,16 a 0,50%, se puede producir un tubo de alta aleación con una resistencia aun más alta con una resistencia a la fluencia mínima de 965,2 MPa (grado de 140 ksi) como la resistencia objetivo.
- 25 **Aplicabilidad Industrial**
- Los resultados son como se describió anteriormente y, por lo tanto, según la presente invención, se puede producir un tubo de alta aleación que no solo tiene una resistencia a la corrosión requerida para los tubos de pozos de petróleo usados en pozos de petróleo profundos o en ambientes corrosivos severos, sino al mismo tiempo tiene una resistencia objetivo, sin añadir en exceso componentes de aleación, seleccionando las condiciones de trabajo en el
- 30 momento del laminado en frío.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un tubo de alta aleación con una resistencia a la fluencia mínima de 758,3 a 965,2 MPa, que comprende:

5 preparar un tubo de material de alta aleación con una composición química que consiste en, en % en masa, C: 0,03% o menos, Si: 1,0 % o menos, Mn: 0,3 a 5,0%, Ni: 25 a 40%, Cr: 20 a 30%, Mo: 0,01 a 4%, Cu: 0,1 a 3%, N: 0,05 a 0,50%, Ca: 0,01% o menos, Mg: 0,01% o menos y Elemento(s) de las Tierras Raras: 0,2% o menos, y el resto es Fe e impurezas, conteniendo las impurezas 0,03% o menos de P, 0,03% o menos de S y 0,010% o menos de O, mediante un trabajo en caliente y, opcionalmente, mediante un tratamiento térmico en solución sólida; y

10 producir el tubo de alta aleación sometiendo posteriormente el tubo de material de alta aleación a un laminado en frío,

en donde el laminado en frío se realiza bajo las condiciones en que la relación de trabajo Rd, en términos de la reducción de área, en la etapa final de laminado en frío está dentro de un intervalo mayor que 30% e igual o menor que 80%, y se satisface la siguiente fórmula (1):

$$Rd(\%) \geq (MYS-520)/3,1 - (Cr+6xMo+300xN) \quad (1)$$

15 en donde Rd y MYS significan la relación de trabajo (%) en términos de la reducción de área y la resistencia a la fluencia objetivo (MPa), respectivamente, y Cr, Mo y N significan los contenidos (% en masa) de los elementos individuales, respectivamente.

20 2. El método para producir un tubo de alta aleación según la reivindicación 1, el tubo de alta aleación producido con una resistencia a la fluencia mínima de 861,8 a 965,2 MPa, en donde el laminado en frío se realiza bajo las condiciones en que la relación de trabajo Rd, en términos de la reducción del área, en la etapa final de laminado en frío está dentro de un intervalo de 60 a 80%.

25 3. El método para producir un tubo de alta aleación según la reivindicación 1, el tubo de alta aleación producido con una resistencia a la fluencia mínima de 861,8 a 965,2 MPa, en donde el tubo de material de alta aleación tiene una composición química que consiste en, en % en masa, C: 0,03% o menos, Si: 1,0% o menos, Mn: 0,3 a 5,0%, Ni: 25 a 40%, Cr: 20 a 30%, Mo: 0,01 a 4%, Cu: 0,1 a 3% N: 0,16 a 0,50%, Ca: 0,01% o menos, Mg: 0,01% o menos y Elemento(s) de las Tierras Raras: 0,2% o menos, y el resto es Fe e impurezas, conteniendo las impurezas 0,03% o menos de P, 0,03% o menos de S y 0,010% o menos de O.

30 4. El método para producir un tubo de alta aleación según la reivindicación 2, el tubo de alta aleación producido con una resistencia a la fluencia mínima de 965,2 MPa, en donde el tubo de material de alta aleación tiene una composición química que consiste, en % en masa, C: 0,03% o menos, Si: 1,0% o menos, Mn: 0,3 a 5,0%, Ni: 25 a 40%, Cr: 20 a 30%, Mo: 0,01 a 4%, Cu: 0,1 a 3%, N: 0,16 a 0,50 %, Ca: 0,01% o menos, Mg: 0,01% o menos y Elemento(s) de las Tierras Raras: 0,2% o menos, y el resto es Fe e impurezas, conteniendo las impurezas 0,03% o menos de P, 0,03% o menos de S y 0,010% o menos de O.

Fig. 1

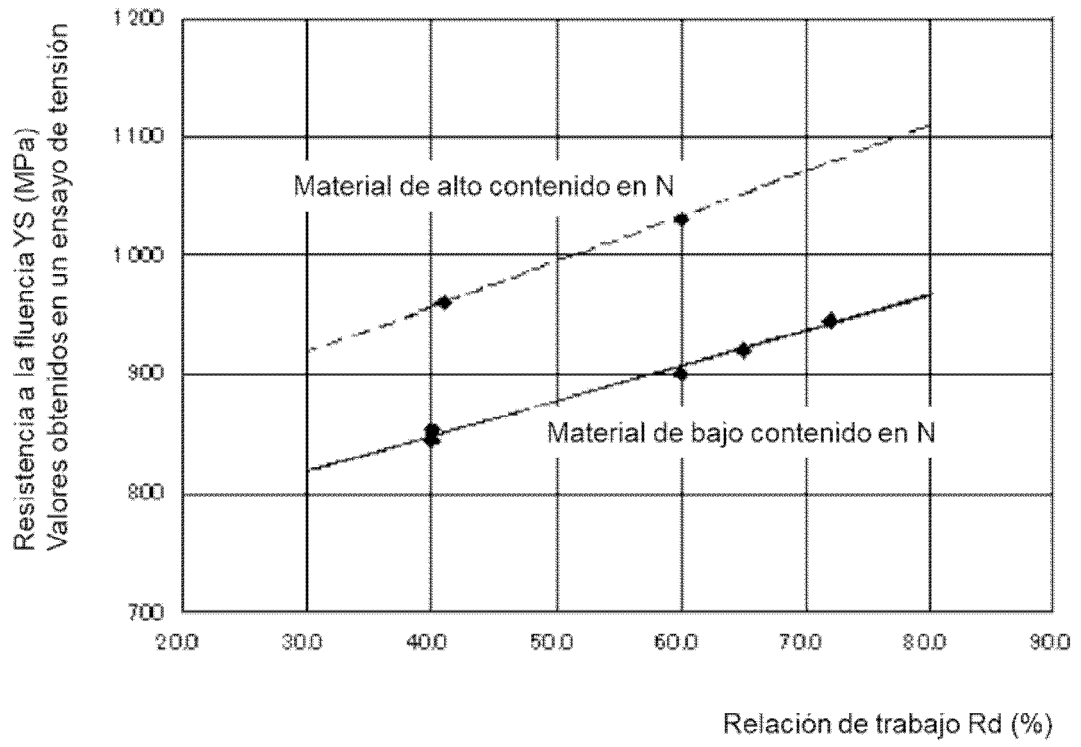
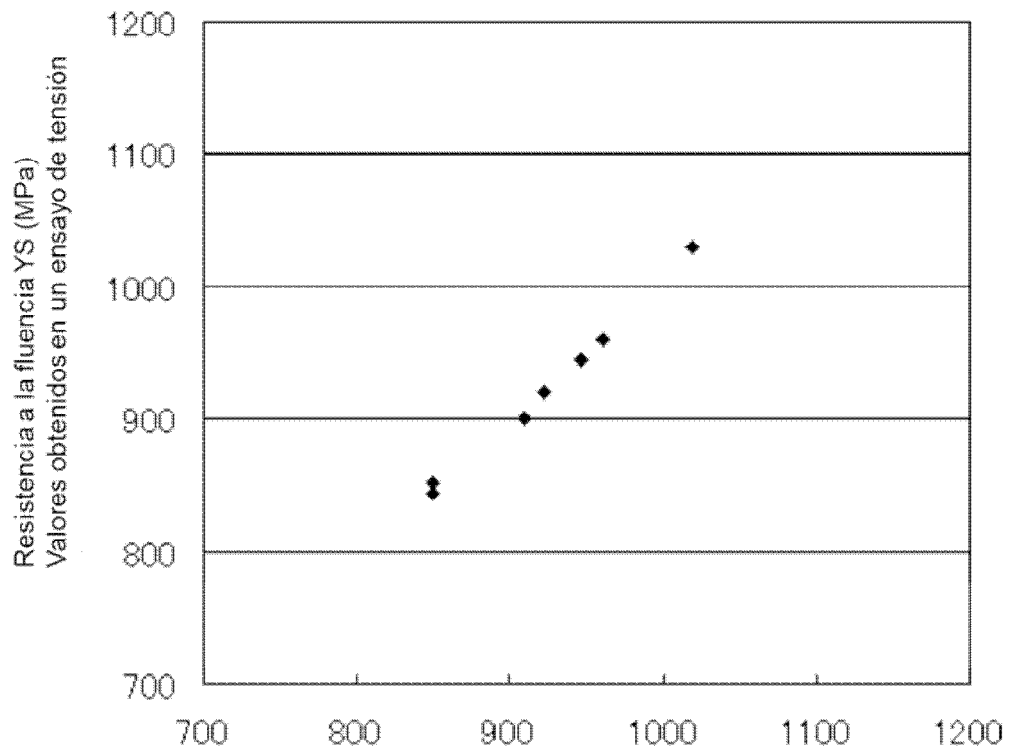


Fig. 2



Lado derecho de la fórmula (2) = $3,1 \times (R_d + Cr + 6 \times Mo + 300 \times N) + 520$