



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 273 992**

(51) Int. Cl.:

C22C 38/58 (2006.01)

C22C 38/34 (2006.01)

C21D 6/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02450262 .7**

(86) Fecha de presentación : **15.11.2002**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1420077**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

(54) Título: **Material lento de reacción con elevada dureza para elementos de construcción sometidos a esfuerzos térmicos.**

(30) Prioridad: **23.01.2002 AT A 107/2002**

(73) Titular/es: **BÖHLER Edelstahl GmbH**
Mariazellerstrasse 25
8605 Kapfenberg, AT

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

(72) Inventor/es: **Mayerböck, Gottfried;**
Sammler, Johann y
Saller, Gabriele

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

(74) Agente: **Izquierdo Faces, José**

ES 2 273 992 T3

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

ES 2 273 992 T3

DESCRIPCIÓN

Material lento de reacción con elevada dureza para elementos de construcción sometidos a esfuerzos térmicos.

5 La invención se refiere a un material con elevada inercia de reacción, en especial elevada resistencia a la oxidación y acrecentada dureza para elementos de construcción y herramientas sometibles a cargas térmicas.

Según DIN 50900 se define como corrosión una reacción de un material metálico con su medio ambiente, que produce una variación medible del material. Una corrosión puede efectuarse en este caso con y sin carga mecánica del 10 elemento de construcción, así como según diferentes tipos de un ataque químico y a distintas temperaturas.

Muy frecuentemente se produce un ataque de la superficie de objetos mediante una corrosión electroquímica en presencia de una fase conductora de iones o mediante corrosión química y corrosión en caliente a elevadas temperaturas. También en medios líquido fusibles a elevada temperatura, por ejemplo, en vidrios líquidos o fundidos, puede efectuarse un ataque de corrosión con una variación de la superficie de una pieza de metal, que se haya en contacto 15 con ellos.

En la técnica moderna, la mayoría de las veces, elementos de construcción y partes o piezas de herramientas están sometidos a una serie de diferentes esfuerzos al mismo tiempo, de las cuales pueden ser afectivas también 20 alternativa o pulsatoriamente en especial presentan condiciones de corrosión intensificadas reiteradamente, las cuales eventualmente se refuerzan por una deformación de la zona de la pieza cerca de la superficie.

Aceros y aleaciones resistentes a la corrosión y resistentes al calor o refractarios también a causa de una carga térmica con temperaturas sobre 600°C, tienen que presentar una estructura de rejilla atómica centrada cúbicamente o 25 una estructura austenítica. Desde el punto de vista de la técnica de la aleación esto significa que esta clase de materiales presentan unos contenidos de níquel y/o cobalto superiores o por lo que respecta a una resistencia aumentada y a una dureza a elevadas temperaturas están configurados como aleaciones básicas de níquel o cobalto debiéndose presentar, sin embargo, por razones de la química de la corrosión, un contenido de cromo de al menos, mayor del 13% en peso.

30 Aunque, por lo general, un material con una elevada concentración de níquel presenta resistencia mecánica acrecentada ó elevada dureza del material, por lo que mejoran las propiedades de empleo de los elementos de construcción y de elementos de herramientas a alta temperatura, por razones económicas existe el deseo de reducir el contenido de níquel por debajo del 36% en peso para el aumento de la resistencia a la corrosión.

35 La JP 2001011583 A da a conocer un acero austenítico, refractario o resistente al calor, con especial resistencia a alta temperaturas para tubos de calderas de vapor, el cual acero presenta un equivalente por separaciones de fase Sigma en el caso de empleo de larga duración. Realmente este material posee una pequeña resistencia y un bajo límite elástico convencional de 0,2% a 650°C.

40 Ciertamente un material básico de hierro austenítico con un contenido de níquel de menos del 36% en peso, a base de una elevada concentración de cromo, eventualmente en unión con otros elementos inhibidores de la corrosión, puedo resistir, de todo punto, un ataque de corrosión a elevadas temperaturas, por ejemplo, a 600°C y más, sobre una duración de tiempo mínimo requerido, ciertamente o en efecto material presenta elevadas temperaturas en función 45 del tiempo: A pesar de estas desventajas o inconvenientes, se utilizan, por ejemplo, aleaciones de conformidad con DNI N° del material 122780 y 12782 y 12786 como herramientas para una elaboración del vidrio por razones de la rentabilidad y por razones de fabricación.

Aquí la invención quiere poner remedio y propone el objetivo un material de clase señalada más arriba con una 50 dureza o temple de más de 230 HB, el cual incluso a temperaturas por encima de 600°C presenta una elevada resistencia a la fluencia y un comportamiento de fatiga mejorado así como una similar resistencia a la corrosión.

Además, es objetivo de la invención crear un procedimiento para la fabricación económica de un material para elementos de construcción y herramientas, que poseen propiedades de empleo mejoradas con elevada dureza y acrecentada resistencia a la corrosión.

55 Por último, la invención aspira al empleo de una aleación básica de hierro como material para herramientas de trabajo en caliente, que se utiliza a temperaturas superiores a 550°C.

El objetivo mencionado anteriormente se logra en el caso de un material del tipo señalado más arriba, que consta 60 de una aleación con una composición el % en peso de

Carbono (C)	de 0,04	a 0,15
Sicilio (Si)	de 1,22	a 2,36
Manganeso (Mn)	de 1,0	a 3,95
Cromo (Cr)	de 23,9	a 26,5
Níquel (Ni)	de 17,9	a 25,45
Nitrógeno (N)	de 0,018	a 0,2

ES 2 273 992 T3

Con la reserva de que el contenido de níquel de la aleación es igual o mayor que el valor, formado por el contenido de cromo más 1,5 silicio menos 0,12 manganeso menos 18 nitrógeno menos 30 carbono menos el valor numérico 6

$$Ni \geq Cr + 1,5 \times Si - 0,12 \times Mn - 18 \times N - 30 \times C - 6$$

5

Opcionalmente uno o varios de los elementos en concentraciones en % en peso

10	Molibdeno (Mo)	menos de	1,0
	Vanadio (V)	hasta	0,5
	Volframio (W)	hasta	0,5
	Cobre (Cu)	hasta	0,5
15	Cobalto (Co)	hasta	6,5
	Titanio (Ti)	hasta	0,5
	Aluminio (Al)	hasta	1,5
	Niobio (Nb)	hasta	0,5

20

Resto hierro (Fe) así como impurezas, el cual material presenta una dureza de más de 230 HB, formada mediante conformación en frío de más del 6%.

Las ventajas conseguidas con la invención consisten especialmente en la sinergia de resistencia química de la corrosión de la aleación seleccionada y en las propiedades del material conseguidas por medio de un conformado en frío en el caso de esta composición química. En el caso de una conformación en frío o de una deformación por debajo de la temperatura de recristalización de la austenita centrada cúbicamente se efectúa una solidificación o compactación del material mediante un bloqueo de disociaciones o desplazamientos en el retículo cristalino. Sorprendentemente para el técnico especialista se mantiene una elaboración de la dureza vinculada con esto y un aumento de la resistencia del material según la invención, incluso a temperaturas de empleo superiores a 600°C, dentro de los lapsos de tiempo habituales no se pueden observar los procesos esperados de recuperación en el retículo arriostrado, como, por ejemplo, un deslizamiento transversal activado térmicamente y una recombinación de desplazamientos. Con otras palabras: se mantiene una resistencia en caliente del material compuesto según la invención, aumentada mediante una conformación en frío, en contra de la opinión técnica incluso a elevadas temperaturas de empleo del elemento de comportamiento de resistencia a la fatiga. Precisamente en el caso de carga térmica pulsatoria, como ocurre con una coquilla para la fabricación de vidrios de uso, aparecen en la superficie de trabajo fluctuaciones de la temperatura fuertes respectivamente y, por consiguiente, variaciones volumétricas locales del material. Se ha visto que mediante una dureza del material aumentada según la invención y resistencia en caliente se efectúa en su zona elástica la deformación del material local o cerca de la superficie, por ejemplo, de una coquilla para vidrio y que, de este modo, se contrarresta una formación de grietas de fatiga, que se presenta en el caso de deformaciones plásticas incluso pequeñas y puede conducir a la pérdida del molde.

A fin de asegurar un perfil de propiedad mejorado del material, es importante que éste también en el caso de una deformación en frío se mantenga dentro de la zona austenítica estable y no presente zonas con martensita de deformación. Esto se logra según la invención mediante la concentración de níquel y cromo indicada en límites y mediante el campo o zona de concentración precalculado restrictivamente, de níquel en función de cromo, silicio, manganeso, nitrógeno y carbono. Como se ha evidenciado, superiores contenidos de níquel empeoran el comportamiento de resistencia a la fatiga. En cambio, con concentraciones de níquel bajas se reducen a saltos la estabilidad de la austenita y la resistencia en caliente del material. En lo esencial se aplica lo mismo para los elementos carbono y nitrógeno, aumentando en especial el nitrógeno la resistencia a la fatiga del material.

Aunque los elementos molibdeno, vanadio, wolframio, titanio y niobio aumentan la resistencia a la fluencia del material a elevadas temperaturas y cobre así como aluminio representan elementos clásicos de endurecimiento, presentan estos acompañantes del acero en el material según invención una concentración máxima admisible, porque, como se ha descubierto, contenidos superiores de los mismos reducen la resistencia a la corrosión, en especial en el caos de contacto temporal con vidrio pastoso y debido a una aspera o rugosidad de la superficie del molde empeora la transparencia del vidrio. La causa de esto aún no está suficientemente aclarada, sin embargo, los átomos aceptores Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , B^{3+} , Al^{3+} y Si^{4+} figuran entre los ácidos de Lewis duros, dándose después de cada moldeo de vidrio una carga de corrosión en caliente del molde.

60

Naturalmente impurezas pueden empeorar las propiedades del material, de modo que la aleación según la invención para los elementos de impurezas presenta valores de concentración en % en peso de

65	Oxígeno (O)	máx. 0,05
	Fósforo (P)	máx. 0,03
	Azufre (S)	máx. 0,03

ES 2 273 992 T3

El problema de la invención se resuelve mediante un procedimiento para la fabricación de un material para elementos de construcción y herramientas con elevada inercia de reacción, en especial elevada resistencia a la oxidación y aumenta dureza en el caso de cargas térmicas con una temperatura de hasta 750°C; según el cual partiendo de una aleación con una composición en % en el peso de

5	Carbono (c)	de 0,04	a	0,15
	Silicio (Si)	de 1,22	a	2,36
	Manganoso (Mn)	de 1,0	a	3,95
10	Cromo (Cr)	de 23,9	a	26,5
	Níquel (Ni)	de 17,9	a	25,45
	Nitrógeno (N)	de 0,018	a	0,2

15 Con la reserva de que el contenido de níquel de la aleación es igual o mayor que el calor, formado por el contenido en cromo más 1,5 silicio menos 0,12 manganoso menos 18 nitrógeno menos 30 carbono menos el valor numérico 6

$$Ni \geq Cr + 1,5 \times Si - 0,12 \times Mn - 18 \times N - 30 \times C - 6$$

20 Opcionalmente uno o varios de los elementos en concentraciones en concentraciones en % en peso

25	Molibdeno (Mo)	menos de 1,0
	Vanadio (V)	hasta 0,5
	Wolframio (W)	hasta 0,5
	Cobre (Cu)	hasta 0,5
30	Cobalto (Cu)	hasta 6,5
	Titanio (Ti)	hasta 0,5
	Aluminio (Al)	hasta 1,5
	Niobio (Nb)	hasta 0,5

35 Resto hierro (Fe), así como impurezas se forma un producto previo y éste a continuación mediante conformación en frío de más del 6% se transforma en un material con una dureza de más de 230 HB.

40 Por medio de una conformación en frío de la aleación según la invención se puede elevar el límite de elasticidad del material a un nivel de tensión, el cual tampoco se logra mediante carga térmica alternativa o variable cerca de la superficie de trabajo del elemento de construcción o herramienta en el caso de una variación del volumen.

45 Por consiguiente, tampoco en el ámbito de los límites de granulación aparecen zonas, que se deforman plásticamente con el cambio de temperaturas, por lo cual se puede evitar una formación de grietas mediante o debido a la fatiga de los materiales.

50 De este modo, también es evitable en gran parte un ataque de los límites de granulación por corrosión química o corrosión en caliente, de manera que, como, por ejemplo, en el caso de un molde para vidrio, se mantiene una elevada calidad de las superficies de trabajo o de las superficies incluso con elevadas cargas y con grandes números de piezas de la fabricación sobre largo tiempo. Por el contrario, moldes para vidrio convencionales muestran frecuentemente después de corta duración de empleo en los límites de granulación de la estructura ablaciones del material, las cuales presentan una distancia dentro del campo de pocos μm . De este modo se transmiten al vidrio moldeado desigualdades en la gama de ondas luminosas, por la que pueden formarse interferencias de reflexión y efectos de vidrio lechoso y opalino.

55 Se pueden seguir aumentando la resistencia a la corrosión y en caliente y suprimir eficazmente una formación de grietas de fatiga si, de conformidad con el procedimiento según la invención mediante conformado en frío, se forma un material con una dureza de más de 250 HB, en especial de 300 HB y superior.

60 Si se forma un producto previo con una composición según la invención por medio de conformado en caliente, se somete éste a un tratamiento de recocido de solución o por la temperatura de deformación, eventualmente reforzado, se refrigerá y se conforma en frío, se puede elaborar un material homogéneo en su estructura con resistencia a la corrosión mejorada.

65 En especial para herramientas moldeadas en gran parte axial simétricamente, como coquillas para botellas y similares, puede resultar ventajoso si el conformado en frío del material se realiza en toda su periferia radialmente perpendicularmente al eje longitudinal del producto previo.

ES 2 273 992 T3

Por último para herramienta, se consigue el otro objetivo de la invención en el caso de un empleo de una aleación básica de hierro con elementos de aleación en % en peso de

5	Carbono (C)	de 0,04	a	0,15
	Silicio (Si)	de 1,22	a	2,36
	Manganoso (Mn)	de 1,0	a	3,95
10	Cromo (Cr)	de 23,9	a	26,5
	Níquel (Ni)	de 71,9	a	25,45
	Nitrógeno (N)	de 0,018	a	0,2

Con la reserva de que el contenido de níquel de la aleación es igual o mayor que el valor, formado por el contenido en cromo más 1,5 silicio menos 0,12 manganoso

Manganoso menos 18 nitrógeno menos 30 carbono menos el valor numérico 6

$$Ni \geq Cr + 1,5 \times Si - 0,12 \times Mn - 18 \times N - 30 \times C - 6$$

20 Opcionalmente uno o varios de los elementos en concentraciones en % en peso

25	Molibdeno (Mo)	menos de 1,0
	Vanadio (V)	hasta 0,5
	Wolframio (W)	hasta 0,5
30	Cobre (Cu)	hasta 0,5
	Cobalto (Co)	hasta 6,5
	Titanio (Ti)	hasta 0,5
	Aluminio (Al)	hasta 1,5
	Niobio (Nb)	hasta 0,5

35 Resto hierro (Fe), así como impurezas, la cual aleación mediante conformado en frío de más del producto previo formado a base de ella se solidifica o compacta hasta una dureza del material superior a 230 HB, preferentemente de más de 250 HB, como material para herramientas de moldes para vidrios prensados a máquina con una temperatura de trabajo superior de 555°C, preferentemente superior a 602°C, en especial hasta 750°C.

40 Con ayuda de resultados de estudios comparativos se tiene que exponer más detalladamente el material según la invención.

La figura 1 muestra la resistencia en función del grado de conformación en frío de un material según su invención a 604°C,

45 La figura 2 muestra la trayectoria o gráfica de dureza a temperatura ambiente después de un esfuerzo de temperatura de largo tiempo a 600°C.

En la figura 1 queda representada la resistencia del material según la invención a una temperatura de ensayo a 50 604°C en función de las proporciones del conformado en frío.

El material de ensayo se forjó a una temperatura de 1010°C y se enfrió intensamente partiendo del calor de conformación y se sometió a un tratamiento de recocido de solución a 1060°C. En partes del material se efectuó una deformación en frío respectivamente con un grado de conformado del 21%, 35%, 47% y 55%, después de lo cual 55 se prepararon pruebas de tracción a base de las mismas. Las determinaciones de resistencia, y precisamente el límite elástico del 0,2% y la resistencia a la tracción, se efectuaron a una temperatura de 604°C, manteniéndose a una temperatura las pruebas o muestras durante 20 minutos. Para la comparación material estándar se recoció en solución a 1060°C, examinándose asimismo a 604°C las muestras preparadas a base del mismo. El diagrama de columnas de la figura 1 muestra claramente una elevación de los valores de resistencia del material en función del grado de formación en frío de más del 6%, en especial al 12%, (no representado en el diagrama).

En la figura 2 se representa la resistencia a la fatiga del material según la invención a una temperatura de 600°C, determinada mediante un ensayo de dureza en el estado frío de las muestras o pruebas, en comparación con materiales según DIN n° de material 1.2083 y n° 1.4028.

65 El material según la invención se fundió, con una composición de % en peso C = 0,08, Si = 1,7, Mn = 1,15 P = 0,01, S = 0,002, Cr = 24,8, Ni = 19,8, N = 0,02, Mo = 0,26, V = 0,09, W = 0,11, Cu = 0,12, Co = 0,4, Ti = 0,01, Al = 0,02, Nb = 0,001, O = 0,0029, se coló en un lingote de ensayo y éste se conformó en caliente transformándose en un

ES 2 273 992 T3

material de pruebas. En este último se efectuó un tratamiento de recocido de solución a 1060°C con un subsiguiente enfriamiento brusco en el agua, después de lo cual pruebas o muestras con la marcación H 5 no deformadas o no conformadas y pruebas con la marcación H 525 con una conformación en frío del 35% se sometieron a un recocido de largo tiempo a 600°C. Los materiales de comparación n° 1.2083 y n° 1.4028 se endurecieron en aceite desde 5 1020°C, se revinieron a 630°C y también se sometieron al recocido de largo tiempo. Después de 45, 90, 140 y 180 horas se sacó o retiró del horno el material de pruebas, se dejó enfriar y se examinó la dureza o muestras (con una carga alternativa de temperatura). El material de comparación H 5 mostró un esperado comportamiento de dureza, en cambio el material H 525 según la invención conformado en frío del 35% presentó una elevada dureza de 315 HB y un alto comportamiento de resistencia a la fatiga. A 600°C tampoco se pudo comprobar, en el caso de carga térmica 10 cambiante, ninguna disminución del temple y ninguna fluencia del material. En contraposición con esto, en los aceros normalizados martensíticos se comprobó una clara caída o descenso de la dureza con la duración de recocido de las pruebas o muestras.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 273 992 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Material con elevada inercia de reacción, en especial elevada resistencia a la oxidación y aumentada dureza para elementos de construcción y herramientas sometibles a cargas térmicas con una temperatura de hasta 750°C, que consta de una aleación con una composición en % en peso de

10	Carbono (C)	desde 0,04	hasta 0,15
	Silicio (Si)	desde 1,22	hasta 2,36
	Manganeso (Mn)	desde 1,0	hasta 3,95
	Cromo (Cr)	desde 23,9	hasta 26,5
15	Níquel (Ni)	desde 17,9	hasta 25,45
	Nitrógeno (N)	desde 0,018	hasta 0,2

Con la reserva de que el contenido de níquel de la aleación o mayor que el valor, formado por el contenido en cromo más 1,5 silicio menos 0,12 manganoso menos 18 nitrógeno menos 30 carbono menos el valor numérico 6

$$20 \quad Ni \geq Cr + 1,5 \times Si - 0,12 \times Mn - 18 \times N - 30 \times C - 6$$

Opcionalmente uno o varios de los elementos en concentraciones en % en peso

25	Molibdeno (Mo)	menos de 1,0
	Vanadio (V)	hasta 0,5
	Wolframio (W)	hasta 0,5
30	Cobre (Cu)	hasta 0,5
	Cobalto (Co)	hasta 6,5
	Titanio (Ti)	hasta 0,5
	Aluminio (Al)	hasta 1,5
35	Niobio (NB)	hasta 0,5

Resto hierro (Fe), así como impurezas, el cual material presenta una dureza de más de 230 HB, formada mediante conformación en frío de más del 6%.

40 2. Material según la reivindicación 1 con una dureza superior a 250 HB, en especial 300 HB y más.

3. Material según la reivindicación 1 ó 2, siendo el contenido de níquel de la aleación en a lo sumo el 4,8% en peso mayor que el valor formado según la relación de reivindicaciones 1.

45 4. Material según una de las reivindicaciones 1 a 3, el cual para uno o varios elementos de impurezas presente valores de concentración en % en peso de

50	Oxígeno (O)	máx. 0,05
	Fósforo (P)	máx. 0,03
	Azufre (S)	máx. 0,03

55 5. Procedimiento para la fabricación de un material para elementos de construcción y herramientas y con elevada inercia de reacción, en especial elevada a la oxidación y aumentada dureza en el caso de cargas térmicas con una temperatura de hasta 750°C, según el cual partiendo de una aleación con una composición en % en peso de

60	Carbono (C)	desde 0,04	hasta 0,15
	Silicio (Si)	desde 1,22	hasta 2,36
	Manganoso (Mn)	desde 1,0	hasta 3,95
	Cromo (Cr)	desde 23,9	hasta 26,5
	Níquel (Ni)	desde 17,9	hasta 25,45
65	Nitrógeno (N)	desde 0,018	hasta 0,2

Con la reserva de que el contenido de níquel de la aleación es igual o mayor que el valor, formado por el contenido en cromo más, 1,5 silicio menos 0,12 manganoso menos 18 nitrógeno menos 30 carbono menos el valor numérico 6

ES 2 273 992 T3

$$\text{Ni} \geq \text{Cr} + 1,5 \times \text{Si} - 0,12 \times \text{Mn} - 18 \times \text{N} - 30 \times \text{C} - 6$$

Opcionalmente uno o varios de los elementos en concentraciones en % en peso

5	Molibdeno (Mo)	menor de 1,0
	Vanadio (V)	hasta 0,5
10	Wolframio (W)	hasta 0,5
	Cobre (Cu)	hasta 0,5
15	Cobalto (Co)	hasta 6,5
	Titanio (Ti)	hasta 0,5
	Aluminio (Al)	hasta 1,5
	Niobio (Nb)	hasta 0,5

Resto hierro (Fe), así como impurezas se forma un producto previo y éste a continuación mediante conformación en frío de más del 6% se transforma en un material con una dureza superior a 230 HB.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, formándose el producto previo por medio de conformado en caliente, sometiéndose éste a un tratamiento de recocido de solución o a partir de la temperatura de conformación, reforzándose eventualmente, enfriándose y conformándose en frío.

25 7. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, realizándose el conformado en frío en toda su periferia radialmente, en sentido perpendicular al eje longitudinal del producto previo.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 8, formándose mediante conformado en frío un material con una dureza superior a 250 HB, en especial de 300 HB y más.

30 9. Empleo de una aleación básica de hierro con elementos de aleación en % en peso de

35	Carbono (C)	desde 0,01	hasta 0,25
	Silicio (Si)	desde 0,35	hasta 2,5
	Manganoso (Mn)	desde 0,4	hasta 4,3
40	Cromo (Cr)	desde 16,0	hasta 28,0
	Níquel (Ni)	desde 15,0	hasta 36,0
	Nitrógeno (N)	desde 0,01	hasta 0,29

Con la reserva de que el contenido de níquel de la aleación es igual o eventualmente en a lo sumo 4,8% en peso mayor que el valor, formado por el contenido en cromo más 1,5 silicio menos 0,12 manganoso menos 18 nitrógeno menos 30 carbono menos el valor numérico 6

$$\text{Ni} \geq \text{Cr} + 1,5 \times \text{Si} - 0,12 \times \text{Mn} - 18 \times \text{N} - 30 \times \text{C} - \text{C}$$

50 Opcionalmente uno o varios de los elementos en concentraciones en % en peso

55	Molibdeno (Mo)	menor de 1,0
	Vanadio (V)	hasta 0,5
	Wolframio (W)	hasta 0,5
	Cobre (Cu)	hasta 0,5
60	Cobalto (Co)	hasta 6,5
	Titanio (Ti)	hasta 0,5
	Aluminio (Al)	hasta 1,5
	Niobio (Nb)	hasta 0,5

65 Resto hierro (Fe), así como impurezas, la cual aleación mediante conformación en frío de más del 6% del producto previo formado a base de ella, se compacta a una dureza del material mayor que 230 HB, preferentemente mayor que 250 HB, como material de moldes para vidrios prensados a máquina con una temperatura de trabajo superior a 555°C, preferentemente superior a 602°C en especial hasta 750°C.

ES 2 273 992 T3

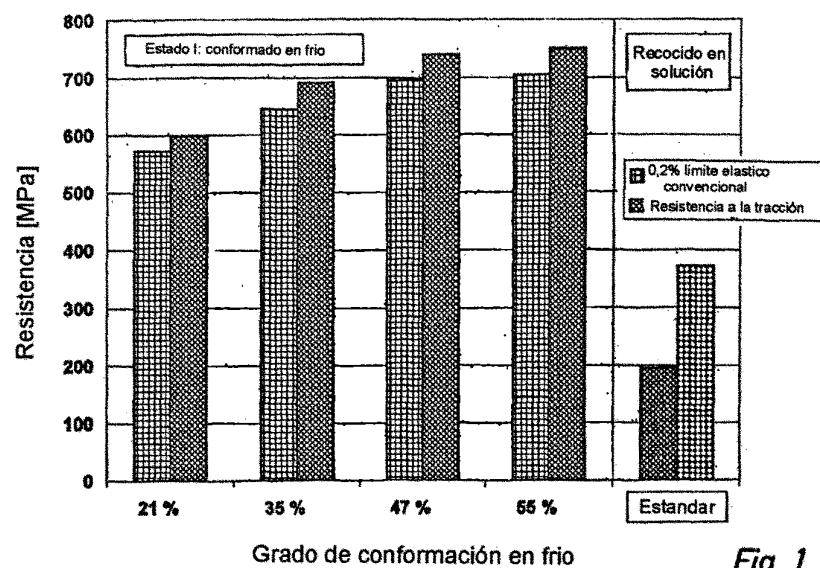


Fig. 1

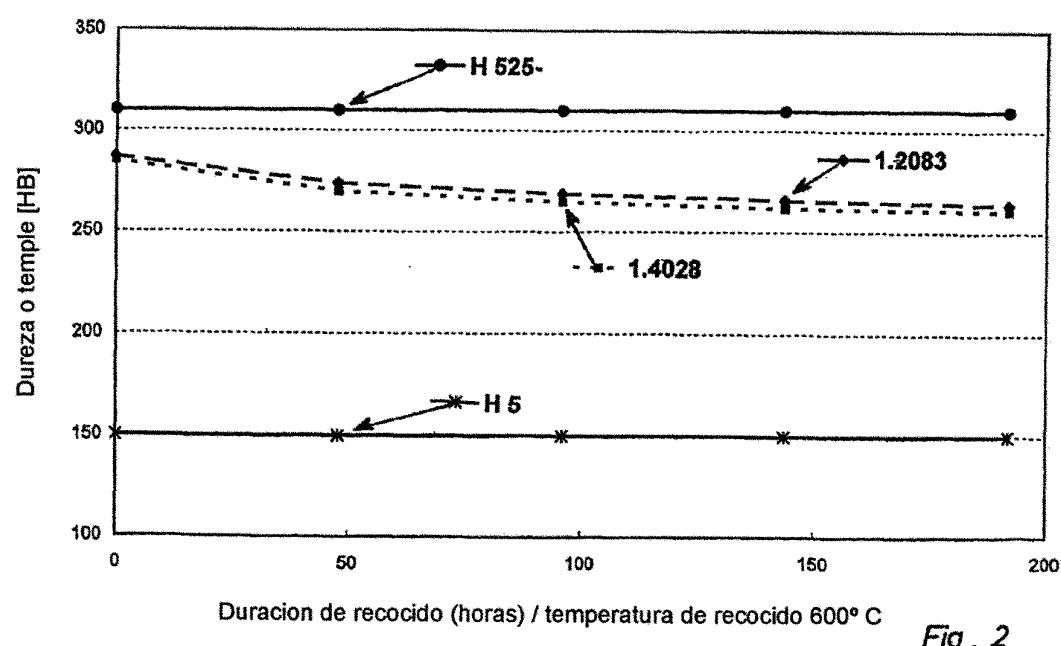


Fig. 2