

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 148**

51 Int. Cl.:

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>C22C 38/60</b> | (2006.01) |
| <b>C22C 38/42</b> | (2006.01) |
| <b>C22C 38/44</b> | (2006.01) |
| <b>C22C 38/58</b> | (2006.01) |
| <b>C22C 38/46</b> | (2006.01) |
| <b>C22C 38/00</b> | (2006.01) |
| <b>B29C 33/38</b> | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.07.2005 PCT/FR2005/001750**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2006 WO06016043**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2005 E 05788934 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 1774052**

54 Título: **Acero inoxidable martensítico para moldes y carcاسas de moldes de inyección**

30 Prioridad:

**12.07.2004 FR 0407764**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.07.2017**

73 Titular/es:

**INDUSTEEL FRANCE (100.0%)  
Immeuble  
93200 Saint-Denis, FR**

72 Inventor/es:

**BEGINOT, JEAN;  
BOUCHAUD, FRÉDÉRIC y  
PISSELOUP, JEAN**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 624 148 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Acero inoxidable martensítico para moldes y carcasas de moldes de inyección

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un acero inoxidable martensítico para la fabricación de moldes y de carcasas de moldes para el moldeo por inyección de materiales plásticos.
- [0002]** El moldeo por inyección de material plástico requiere el uso de moldes y de carcasas de moldes constituidos de acero de alta resistencia mecánica capaz de resistir los esfuerzos importantes resultantes de las fuertes presiones de inyección. La fabricación de los moldes y de las carcasas de moldes implica numerosas y largas operaciones de mecanizado, como el fresado o el perforado, de forma que es necesaria una buena maquinabilidad del acero. Además, como los moldes y las carcasas de moldes tienen un función no solo geométrica, sino también de enfriamiento de las piezas moldeadas, el acero con que están constituidos, debe, preferentemente, tener una buena conductividad térmica de forma que facilite la evacuación del calor por conducción a través de las estructuras del molde. Por último, los moldes deben poder resistir a la corrosión que puede ser bien la corrosión por los materiales plásticos inyectados cuando estos materiales plásticos son corrosivos, bien la corrosión engendrada por los fluidos de refrigeración de los circuitos de refrigeración, bien la corrosión por oxidación atmosférica de las huellas pulidas de las partes moldeantes de los moldes.
- 20 **[0003]** Para responder al conjunto de estas exigencias, se busca utilizar aceros de alta resistencia que sean también inoxidables. Desde este punto de vista, se tiende a buscar aceros inoxidables de tipo martensítico y más particularmente aceros inoxidables de tipo martensítico de las series AISI 420 a 440 o aceros comparables a esos aceros.
- 25 **[0004]** Sin embargo, estos aceros inoxidables martensíticos tienen contenidos de carbono relativamente elevados, del orden del 0,1 al 0,5 %, o incluso más, que tienen el inconveniente de no ser muy favorables a la resistencia a la corrosión, y sobre todo de ser particularmente desfavorables a las operaciones de mecanizado. Además, los contenidos de carbono demasiado elevados son perjudiciales para la soldabilidad, sin embargo esta propiedad es importante para las piezas de moldes, en particular para permitir la reparación por soldadura de estas piezas cuando es necesario repetir operaciones de mecanizado.
- [0005]** Para solucionar estos inconvenientes, se ha propuesto, en concreto en la patente US 6,358,334, un acero inoxidable martensítico destinado a la fabricación de moldes para moldeo por inyección de materiales plásticos cuyo contenido de carbono no sobrepasa el 0,08 %, y que comporta una adición importante de azufre, del 0,06 al 0,3 % de forma que mejora la maquinabilidad. Este acero que contiene esencialmente del 12 al 14 % de cromo, del 0,03 al 0,06 % de carbono, del 1 al 1,6 % de manganeso, del 0,25 al 1 % de silicio, del 0,01 al 0,1 % de vanadio, del 0,02 al 0,08 % de nitrógeno, comporta además una adición de cobre del 0,5 al 1,3 % destinada a mejorar la conductibilidad térmica del acero. Este acero cuyas propiedades están mejor adaptadas a la fabricación de piezas para moldes o carcasas de moldes, que los aceros inoxidables martensíticos de las series AISI 420 a 440, y que también tiene una dureza del orden de 300 HB aproximadamente, presenta sin embargo un doble inconveniente. Por un lado, es difícil darle forma mediante laminado en caliente, porque su forjabilidad en caliente no es demasiado buena. Por otro lado, no es fácil reciclarlo, porque su contenido de cobre es sensiblemente más importante que el contenido de cobre medio de despuntes de acero inoxidable.
- 45 **[0006]** En US2002/0162614 A1 se describe un acero martensítico del tipo envejecido, destinado a la fabricación de moldes para moldeos por inyección de materiales plásticos, con una maquinabilidad mejorada, una buena aptitud a la soldadura y una resistencia elevada a la corrosión.
- [0007]** El objetivo de la presente invención es remediar estos inconvenientes proponiendo un acero inoxidable con altas características adaptado a la fabricación de moldes o de carcasas de moldes para el moldeo por inyección de materiales plásticos, que sea a la vez fácil de mecanizar, fácil de soldar, que resista bien a la corrosión, que tenga una buena conductibilidad térmica y que ofrezca pocos problemas de fabricación, en concreto, pocos problemas de forjabilidad y pocos problemas de reciclaje.
- 55 **[0008]** A estos efectos, el objeto de la presente invención es una pieza de moldes o de carcasas de moldes para el moldeo por inyección de materiales plásticos, de acero inoxidable martensítico cuya composición está constituida de, en % de peso:

## ES 2 624 148 T3

$$0,02 \% \leq C \leq 0,09 \%$$

$$0,025 \% \leq N \leq 0,12 \%$$

$$Si \leq 0,25 \%$$

con

$$0,05 \leq C+N \leq 0,17\%$$

$$Al \leq 0,080\%$$

5

con

$$Si + 23 Al \geq 0,20 \%$$

10

y

$$Si + 0,6 Al \leq 0,25 \%$$

15 y

$$0,00025 \leq Al \times N \leq 0,0020$$

$$0,55 \% \leq Mn \leq 1,8 \%$$

$$11,5 \% \leq Cr \leq 16 \%$$

eventualmente hasta el 0,48 % de cobre, hasta el 0,90 % de la cantidad  $Mo + W/2$ , hasta el 0,90 % de níquel, hasta el 0,090 % de vanadio, hasta el 0,090 % de niobio, hasta el 0,025 % de titanio, eventualmente hasta el 0,25 % de azufre, el resto siendo hierro e impurezas resultantes de la elaboración, la composición cumpliendo además, la condición:

$$6,5 \leq F = (Cr + Mo) + 2 (Si + V + Nb) - 27 (C + N) - (Ni + Mn/2 + Cu/3) \leq 13.$$

25

**[0009]** Preferentemente, la composición del acero inoxidable martensítico cumple una o varias de las siguientes condiciones:

$$\text{Cu} \leq 0,4 \%$$

$$\text{Al} \times \text{N} \geq 0,00050$$

**[0010]** Preferentemente, la composición del acero inoxidable martensítico cumple al menos una de las siguientes condiciones:

5

$$\text{Ni} \geq 0,10 \%$$

$$\text{V} \geq 0,015 \%$$

$$\text{Mo} + \text{W}/2 \geq 0,10 \%$$

**[0011]** La composición del acero inoxidable martensítico puede cumplir la condición:

10

$$7,0 \leq \text{F} \leq 8,9$$

cuando se busca una muy buena aptitud al pulido, o cumple la condición:

$$9,0 \leq \text{F} \leq 11,5$$

15

en los otros casos.

**[0012]** La pieza de molde o de carcasa de molde para la inyección de materiales plásticos está constituida por un acero inoxidable martensítico según la invención, que está templado y revenido.

20

**[0013]** Preferentemente la estructura de acero de la que está constituida la pieza contiene menos del 20 % de ferrita  $\delta$ , el resto siendo martensita. Es aún más preferible que la estructura de acero contenga menos del 10 % de ferrita  $\delta$ , el resto siendo martensita.

25

**[0014]** A continuación se va a describir la invención más detalladamente pero de forma no limitativa e ilustrada mediante ejemplos.

30

**[0015]** Los inventores han constatado de forma novedosa e inesperada que, en los aceros inoxidables martensíticos, el efecto favorable del cobre sobre la conductibilidad térmica podía sustituirse por un descenso significativo del contenido de silicio, y el efecto favorable del cobre sobre la corrosión podía compensarse mediante un aumento del contenido de molibdeno o de nitrógeno.

35

**[0016]** Partiendo de esas observaciones, los inventores han constatado que se podía obtener un acero inoxidable martensítico con propiedades satisfactorias para la fabricación de piezas de moldes, e igualmente una buena forjabilidad, reduciendo significativamente el contenido de cobre, reduciendo significativamente el contenido de silicio y añadiendo eventualmente molibdeno o nitrógeno o una combinación de estos dos elementos.

40

**[0017]** Teniendo en cuenta estas observaciones, el acero según la invención es un acero inoxidable de tipo martensítico cuya composición comprende en peso, los contenidos definidos a continuación.

**[0018]** Más del 0,02 %, preferentemente más del 0,03 %, de carbono, para contribuir al endurecimiento, pero no más del 0,09 %, preferentemente no más del 0,06 %, y preferentemente no más del 0,05 %, de carbono para no perjudicar la resistencia a la corrosión;

**[0019]** Al menos el 0,025 %, y preferentemente al menos el 0,035 % de nitrógeno para mejorar la resistencia mecánica del acero y su resistencia a la corrosión, pero menos del 0,12 %, y preferentemente menos del 0,10 %, incluso menos del 0,075 %, de nitrógeno para reducir la tendencia a la formación de nitruros de cromo indeseables; estos nitruros de cromo son debilitadores y tienden a reducir el contenido de cromo libre, lo que es desfavorable para el comportamiento ante la corrosión;

**[0020]** Los contenidos de carbono y nitrógeno se ajustan de forma que dentro de los límites que se acaban de definir, la suma de los contenidos de carbono y nitrógeno sean superiores o iguales al 0,05 % y preferentemente superiores o iguales al 0,07 %, para garantizar una contribución suficiente al endurecimiento al revenido por formación de carburos y de nitruros, pero la suma de los contenidos de carbono y nitrógeno no debe sobrepasar el 0,17 %, mejor el 0,14 % y mejor aún el 0,11 % de forma que no conduzca a un endurecimiento excesivo para la aplicación que se considera aquí, para evitar dañar la tenacidad y por último para no reducir la resistencia a la corrosión de forma demasiado importante por reducción local del contenido de cromo parcialmente fijado en forma de carbonitruros.

**[0021]** Para mejorar la maquinabilidad, en concreto en fresado y en perforado, se puede añadir azufre, en concreto cuando las exigencias de calidad de superficie (calidad de pulido, o superficies granuladas) no son elevadas, en concreto cuando el acero se utiliza para fabricar carcasas de moldes o fabricar huellas de moldeo de material plástico con baja exigencia de aspecto. En este caso el contenido de azufre debe, preferentemente, ser de al menos el 0,05 %, más preferentemente al menos del 0,075 %, y mejor aún de al menos el 0,10 %. Sin embargo, los contenidos máximos de azufre deben mantenerse inferiores al 0,25 %, preferentemente al 0,20 %, y mejor aún al 0,15 % para no reducir la forjabilidad del acero, su comportamiento ante la corrosión y su tenacidad.

**[0022]** El silicio y el aluminio son elementos que contribuyen a garantizar una buena desoxidación del baño de acero, y desde este punto de vista, su presencia es deseable. En particular es necesario que los contenidos de silicio y de aluminio sean tal que  $Si + 23 \times Al \geq 0,20\%$  y preferentemente  $\geq 0,35\%$ . Pero los inventores han descubierto que la reducción al nivel más bajo posible del contenido en silicio, y en una menor medida del contenido en aluminio, permite compensar parcialmente, pero de forma muy significativa, el efecto muy desfavorable de un alto contenido en cromo sobre la conductividad térmica del acero. Sin embargo esta mala conductividad térmica de los aceros con alto cromo es especialmente penalizadora en las aplicaciones de moldes para el moldeo por inyección de material plástico para los cuales la evacuación eficaz del calor que permite solidificar rápidamente las piezas de material plástico inyectado constituye una de las funcionalidades importantes en servicio.

**[0023]** Para obtener una buena conductividad térmica, es deseable por tanto que los contenidos de silicio y de aluminio sean tal que:  $Si + 0,6 \times Al \leq 0,25\%$ , y mejor  $\leq 0,17\%$ .

**[0024]** Además, para garantizar una aptitud al laminado o al forjado satisfactoria, es decir que conduzca a una amplitud de temperatura de conformado en calor suficientemente amplia para permitir en general un laminado en un solo temple sin calentamiento intermedio, los contenidos en aluminio y de azote deben ser tal que:  $Al \leq 0,0020 / N$ , y preferentemente  $\leq 0,0010 / N$ . Además, para controlar el engrosamiento del grano de forma que limite el tamaño del grano durante el tratamiento térmico y así garantizar un tamaño de grano satisfactorio después de haber efectuado el tratamiento de calidad, los contenidos de aluminio y nitrógeno deben ser como sigue:  $Al \geq 0,00025 / N$  y, preferentemente  $\geq 0,00050 / N$ .

**[0025]** El manganeso es particularmente deseable para fijar el azufre en forma de sulfuros de manganeso para limitar la función desfavorable del azufre sobre la fragilidad del acero. Por esta razón el contenido de manganeso debe, preferentemente, ser tal que:  $Mn \geq 0,3\% + 5 \times S$ .

**[0026]** Además, el manganeso aumenta la templabilidad y reduce el contenido en ferritas en la estructura esencialmente martensítica obtenida tras el temple.

**[0027]** Por esta razón, el contenido de manganeso será superior o igual al 0,55 %, y mejor superior o igual al 0,75 %, y mejor aún superior o igual al 1,05 %. Sin embargo, cuando el contenido de manganeso es demasiado elevado, este elemento deteriora la tenacidad. Así, el contenido de manganeso deberá ser inferior o igual al 1,8 %, y preferentemente inferior o igual al 1,6 %.

**[0028]** El contenido de cromo, que garantiza la resistencia a la corrosión, deberá ser superior o igual al 11,5 %, y preferentemente superior o igual al 12 %. Sin embargo, y para limitar la presencia en las estructuras obtenidas tras el temple, de ferrita  $\delta$  que es un constituyente suave, el contenido de cromo deberá ser inferior o igual

al 16 %, y preferentemente inferior o igual al 15 %, mejor inferior o igual al 14 %, y mejor aún inferior o igual al 13 %.

**[0029]** El contenido de cobre se mantendrá inferior o igual al 0,48 %, y preferentemente inferior o igual al 0,4 %, y podrá incluso ser tan débil como se desee, para no deteriorar la aptitud para la deformación en caliente, y para conducir a despuntes menos difícilmente reciclables.

**[0030]** Como se ha indicado anteriormente, a pesar de que el cobre tiene un efecto favorable sobre el comportamiento ante la corrosión y sobre el contenido de ferrita delta, los inventores han descubierto que era posible conservar, incluso reforzar, las ventajas del contenido elevado en cobre, en concreto añadiendo molibdeno y reduciendo lo más posible el contenido de silicio.

**[0031]** Sin embargo, el cobre a menudo está presente a título residual en la chatarra, de modo que, para limitar los sobrecostos derivados de la selección de la chatarra necesaria para obtener un contenido de cobre muy bajo, se podrá admitir un contenido de cobre aportado por la chatarra superior al 0,1 %, incluso superior al 0,2 %, incluso superior al 0,31 % y mejor incluso, superior al 0,35 %.

**[0032]** El molibdeno tiene la ventaja de mejorar la templabilidad, lo que favorece la obtención de una microestructura martensítica deseable para optimizar el compromiso resistencia a la tracción/tenacidad.

**[0033]** Este elemento favorece igualmente una fuerte resistencia al ablandamiento con el revenido. Además, contribuye fuertemente a la resistencia a la corrosión. Sin embargo, es muy oneroso y favorece la formación de ferrita δ. Además, el contenido máximo de molibdeno no sobrepasará el 0,09 % y preferentemente no el 0,48 % y mejor aún, no el 0,35 %. La presencia de este elemento no es indispensable, y su contenido mínimo puede ser simplemente del 0 % o de trazas. Sin embargo, es preferible que el contenido mínimo de molibdeno sea de al menos el 0,10 % y preferentemente al menos el 0,20 % y mejor aún el 0,30 %.

**[0034]** El molibdeno puede eventualmente sustituirse por tungsteno en una proporción del 2 % de tungsteno por 1 % de molibdeno. Sin embargo no es deseable sustituir el molibdeno por el tungsteno, en particular a causa del coste del tungsteno que es particularmente elevado.

**[0035]** Igualmente, el cobalto, que tiene un efecto comparable se podría añadir. Pero no es deseable, de modo también que el contenido de este elemento se mantendrá preferentemente inferior o igual al 0,010 %. Es decir que este elemento se mantendrá en un estado de traza o de impureza.

**[0036]** El níquel es un elemento favorable a la tenacidad. Por otro lado es un elemento gammágeno que permite compensar los efectos de elementos alfégenos añadidos para reforzar la resistencia a la corrosión. Este elemento puede añadirse por tanto, sin que su presencia sea obligatoria. Así, el contenido mínimo de níquel puede ser el 0 % o de trazas, pero es ventajoso que su contenido sea superior o igual al 0,10 %, y mejor aún superior o igual al 0,20 %. Sin embargo su elevado coste lleva a no desear un contenido superior al 0,90 %. Preferentemente, el contenido de níquel se mantendrá inferior o igual al 0,48 %.

**[0037]** El vanadio puede estar presente en estado residual. Teniendo en cuenta el contenido de cromo en el acero, la elaboración mediante la vía clásica en el horno eléctrico puede conducir a contenidos residuales que vayan hasta el 0,05 % aproximadamente sin garantía de valor mínimo controlado. Sin embargo, el vanadio puede eventualmente utilizarse como adición controlada, por su función endurecedora en el revenido, con un contenido mínimo de 0,015 %. A pesar de esto, concretamente a causa de su coste y de su influencia desfavorable sobre la maquinabilidad, el contenido de vanadio no debe ser superior al 0,090 %.

**[0038]** El niobio presenta efectos análogos a los del vanadio, y de la misma manera, su contenido no debe ser superior al 0,090 %. Además, este elemento es desfavorable a la forjabilidad. Por esto es deseable que su contenido se mantenga inferior al 0,020 %, y mejor inferior al 0,010 %, y mejor aún que este elemento solo esté en estado de trazas.

**[0039]** A pesar de que la presencia de titanio no sea deseable debido a la dureza de los componentes nitrurados o carburados de titanio que pueden perjudicar significativamente la maquinabilidad, este elemento puede añadirse de forma opcional para garantizar el control del engrosamiento del grano durante los tratamientos térmicos. En ese caso, el contenido de titanio no debe sobrepasar el 0,025 % y preferentemente deberá estar comprendido entre el 0,01 % y el 0,020 %.

**[0040]** Además, para que el tamaño de los nitruros de titanio sea débil y en particular se mantenga inferior a 1 micrón aproximadamente, será muy deseable que el titanio se añada en el baño de acero líquido en el momento de la elaboración de manera progresiva a partir de la adición en un escorial y por transferencia muy progresiva en contacto con metal/nitruro.

5

**[0041]** El resto de la composición está constituido por hierro e impurezas.

**[0042]** Además de las condiciones que acaban de indicarse sobre los contenidos de cada uno de los elementos, es deseable que la composición se ajuste de forma que limite el contenido en ferrita  $\delta$  que no es susceptible de transformarse en martensita y cuya presencia es perjudicial para la pulibilidad, y el comportamiento ante la corrosión. En particular es deseable que la proporción de ferrita  $\delta$  se mantenga inferior o igual al 20 % o mejor aún incluso inferior o igual al 10 % en una estructura principalmente martensítica.

10

**[0043]** Para ello la composición debe cumplir la siguiente condición:

15

$$6,5 \leq F \leq 13$$

y preferentemente  $7,0 \leq F \leq 11,5$ ,

20 con:

$$F = (\text{Cr} + \text{Mo}) + 2 (\text{Si} + \text{V} + \text{Nb}) - 27 (\text{C} + \text{N}) - (\text{Ni} + \text{Mn}/2 + \text{Cu}/3).$$

**[0044]** Dentro de estos límites se pueden distinguir dos subdominios. Por un lado, el subdominio que corresponde a F comprendido entre 7,0 y 8,9 que es más favorable a una buena homogeneidad del metal y a una buena pulibilidad, y por otro lado el dominio que corresponde a F comprendido entre 9,0 y 11,5. Un compromiso interesante corresponde a 8,5 inferior o igual a F inferior o igual a 10,5.

25

**[0045]** De una forma general, este acero está elaborado por los procedimientos conocidos, por ejemplo en el horno eléctrico. Eventualmente, para añadir titanio, se añade este elemento a un escorial y se garantiza una transferencia del titanio al baño de acero líquido mediante el contacto del metal escoriado, el acero líquido se funde en forma de planchones o de lingotes que se conforman en caliente, bien por laminado, bien por forjado. Entonces se efectúa un tratamiento térmico constituido por una austenitización a 950° aproximadamente seguida de un enfriamiento que garantiza la transformación de la austenita en martensita (que puede ser un simple enfriamiento al aire para grosores inferiores a 100 mm aproximadamente, o cualquier otro medio de temple) y de un revenido a una temperatura preferente comprendida entre 500°C y 550°C, para obtener una dureza comprendida entre 250HB y 400HB y típicamente, alrededor de 300HB. Después, se mecanizan las piezas de molde o de carcasa de molde.

30

35

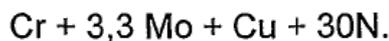
**[0046]** A modo de ejemplo, se pueden realizar los aceros cuyas composiciones químicas se indican en la tabla 1.

40

| C     | Si    | Al    | Mn   | Ni   | Cr   | Mo    | Cu   | N     | V     | Nb    | S     | ferrita delta (%) | dureza Hb | conductividad term | índice comportamiento corrosión |
|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-----------|--------------------|---------------------------------|
| 0,041 | 0,42  | 0,027 | 1,15 | 0,25 | 12,7 | 0,015 | 0,85 | 0,051 | 0,045 | 0     | 0,14  | 8                 | 310       | 22,2               | 15,1                            |
| 0,039 | 0,09  | 0,035 | 1,41 | 0,27 | 12,7 | 0,017 | 0,42 | 0,047 | 0,04  | 0     | 0,12  | 6                 | 300       | 25,4               | 14,6                            |
| 0,042 | 0,19  | 0,028 | 1,44 | 0,29 | 12,7 | 0,24  | 0,42 | 0,052 | 0,04  | 0     | 0,1   | 8                 | 325       | 24,0               | 15,5                            |
| 0,039 | 0,11  | 0,025 | 1,39 | 0,34 | 12,5 | 0,27  | 0,38 | 0,053 | 0,04  | 0     | 0,14  | 6                 | 330       | 25,1               | 15,4                            |
| 0,04  | 0,1   | 0,007 | 1,25 | 0,32 | 13,1 | 0,28  | 0,41 | 0,053 | 0,04  | 0     | 0,045 | 10                | 325       | 24,9               | 16,0                            |
| 0,039 | 0,21  | 0,011 | 1,41 | 0,27 | 12,3 | 0,53  | 0,35 | 0,053 | 0,043 | 0     | 0,12  | 8                 | 340       | 24,0               | 16,0                            |
| 0,042 | 0,085 | 0,027 | 1,4  | 0,27 | 13,1 | 0,49  | 0,39 | 0,054 | 0,035 | 0     | 0,16  | 10                | 335       | 24,7               | 16,7                            |
| 0,033 | 0,15  | 0,015 | 1,25 | 0,3  | 14   | 0,85  | 0,18 | 0,041 | 0,033 | 0,035 | 0,15  | 14                | 340       | 23,4               | 18,2                            |
| 0,051 | 0,09  | 0,033 | 1,38 | 0,33 | 12,2 | 0,22  | 0,37 | 0,059 | 0,03  | 0,04  | 0,15  | 4                 | 330       | 25,6               | 15,1                            |
| 0,05  | 0,12  | 0,02  | 1,35 | 0,7  | 13,2 | 0,75  | 0,27 | 0,049 | 0,035 | 0,051 | 0,17  | 8                 | 350       | 23,6               | 17,4                            |
| 0,042 | 0,06  | 0,035 | 1,1  | 0,25 | 12,9 | 0,37  | 0,25 | 0,052 | 0,037 | 0,025 | 0,1   | 8                 | 325       | 26,1               | 15,9                            |
| 0,052 | 0,11  | 0,022 | 1,45 | 0,8  | 12,1 | 0,25  | 0,43 | 0,068 | 0,027 | 0,023 | 0,12  | 0                 | 330       | 24,5               | 15,4                            |
| 0,078 | 0,095 | 0,02  | 1,39 | 0,75 | 12,3 | 0,23  | 0,38 | 0,072 | 0,025 | 0     | 0,17  | 0                 | 345       | 24,7               | 15,6                            |

[0047] En esta tabla también se indican los porcentajes de ferrita δ obtenida, la dureza HB obtenida tras un tratamiento térmico de revenido a 520°C, la conductividad térmica del acero, y un índice de corrosión igual a:

5



[0048] En esta tabla, el acero de la primera línea es un acero de comparación correspondiente a la técnica anterior, y los otros aceros son aceros según la invención.

10

[0049] Como se puede constatar en la tabla, el contenido de ferrita δ se mantiene siempre inferior al 20 %, y se sitúa en general alrededor del 10 % como en el caso del acero de la técnica anterior. La dureza HB del acero varía de 300 HB a 350 HB, el índice de comportamiento frente a la corrosión varía de 14,6 a 18,2, este último valor siendo sensiblemente superior al índice de comportamiento ante la corrosión del acero de comparación. Por último, la conductividad térmica varía de 23,4 a 26,1 W/m<sup>2</sup>°C, lo que, en todos los casos, es superior, o incluso sensiblemente superior, a la conductividad térmica del acero de comparación. Además, la utilización del acero según la invención se realiza sin ninguna dificultad de conformación en caliente, siendo la forjabilidad siempre muy satisfactoria. Hay que destacar que los contenidos de cobre que se mantienen inferiores o iguales al 0,43 % se acercan a los contenidos que son clásicos en la chatarra, lo que permite reciclar sin dificultades los despuentes de

15

20 acero según la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Pieza de molde o de carcasa de molde para el moldeo por inyección de materiales plásticos, de acero inoxidable martensítico templado y revenido cuya composición está constituida de, en % de peso:

5

$$0,02 \% \leq C \leq 0,09 \%$$

$$0,025 \% \leq N \leq 0,12 \%$$

con

10

$$0,05 \% \leq C + N \leq 0,17 \%$$

$$Al \leq 0,080 \%$$

con

15

$$Si + 23 Al \geq 0,20 \%$$

y

$$Si + 0,6 Al \leq 0,25 \%$$

20

y

$$0,00025 \leq Al \times N \leq 0,0020$$

$$0,55 \leq Mn \leq 1,8 \%$$

$$11,5 \% \leq Cr \leq 16 \%$$

25 - eventualmente hasta el 0,48 % de cobre, hasta el 0,90 % de la cantidad  $Mo + W/2$ , hasta el 0,90 % de níquel, hasta el 0,090 % de vanadio, hasta el 0,090 % de niobio, hasta el 0,025 % de titanio, eventualmente hasta el 0,25 % de azufre, el resto siendo hierro e impurezas resultantes de la elaboración, en la que la composición cumple además, la condición:

30

$$6,5 \leq F = (Cr + Mo) + 2 (Si + V + Nb) - 27 (C + N) - (Ni + Mn/2 + Cu/3) \leq 13.$$

2. Pieza según la reivindicación 1, **caracterizada porque:**

35

$$Cu \leq 0,4 \%$$

3. Pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada porque:**

40

$$Al \times N \geq 0,00050$$

4. Pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** la composición cumple al menos una de las condiciones siguientes:

$$\text{Ni} \geq 0,10 \%$$

$$\text{V} \geq 0,015 \%$$

$$\text{Mo} + \text{W}/2 \geq 0,10 \%$$

- 5 5. Pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** la composición satisface la condición:

$$7,0 \leq \text{F} \leq 8,9$$

- 10 6. Pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** la composición satisface la condición:

$$9,0 \leq \text{F} \leq 11,5$$

- 15 7. Pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada porque**:

$$\text{Nb} < 0,020 \%$$

8. Pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** la estructura de acero  
20 contiene menos del 20 % de ferrita  $\delta$ , el resto siendo martensita.

9. Pieza según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la estructura del acero contiene menos del 10 % de ferrita  $\delta$ , el resto siendo martensita.

- 25 10. Pieza según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque**:

$$\text{C} + \text{N} \leq 0,14 \%$$