

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 829**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01)
C22C 38/46 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01)
C21D 7/06 (2006.01)
C21D 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2014 E 14151408 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2896713**

54 Título: **Acero inoxidable y cuerpo de herramienta de corte hecho de acero inoxidable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.09.2016

73 Titular/es:

**UDDEHOLMS AB (100.0%)
683 85 Hagfors, SE**

72 Inventor/es:

**GUNNARSSON, STAFFAN y
TIDESTEN, MAGNUS**

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

ES 2 584 829 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

5 Acero inoxidable y cuerpo de herramienta de corte hecho de acero inoxidable

CAMPO TÉCNICO

10 La invención se refiere a un acero inoxidable y un cuerpo de herramienta de corte hecha de acero inoxidable.

El acero está destinado para cuerpos de herramientas de corte o soportes para herramientas de corte.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 El término cuerpo de la herramienta de corte significa el cuerpo o en el que la que la porción de herramienta activa se monta en la operación de corte. Cuerpos de herramienta de corte típicos son cuerpos de molienda y cuerpos de broca, que se proporcionan con elementos de corte activos de acero de alta velocidad, carburo cementado, nitruro de boro cúbico (CBN) o cerámica. El material en tales cuerpos de herramienta de corte es por lo general acero, dentro de la técnica de soporte de acero previsto.

20 Existen muchos tipos de cuerpos de herramientas de corte que tienen una forma muy complicada y con frecuencia hay pequeños orificios roscados y pequeños y largos agujeros perforados, y por lo tanto, el material debe tener una buena capacidad de mecanizado. La operación de corte se lleva a cabo a altas velocidades de corte, lo que implica que el cuerpo de la herramienta de corte puede llegar a estar muy caliente, y por lo tanto es importante que el material tenga una buena dureza en caliente y resistencia al ablandamiento a temperaturas elevadas. Para soportar las altas cargas pulsantes, a las que ciertos tipos de cuerpos de herramientas de corte, tales como cuerpos de molienda, son sometidos, el material debe tener buenas propiedades mecánicas, incluyendo una buena tenacidad y resistencia a la fatiga. Para mejorar la resistencia a la fatiga, normalmente se introducen en la superficie del cuerpo de la herramienta de corte, tensiones de compresión. El material debe, por tanto, tener una buena capacidad para mantener dichas tensiones de compresión aplicadas a altas temperaturas, es decir, una buena resistencia contra la relajación. Los cuerpos de las herramientas de corte son endurecidos por templado, mientras que las superficies contra las cuales se aplican los elementos de sujeción pueden ser endurecidas por inducción. Por lo tanto el material habrá de permitir ser endurecido por inducción. Ciertos tipos de cuerpos de herramientas de corte, tales como ciertos cuerpos de broca con puntas de carburo cementado soldadas, están recubiertos con PVD o sometidos a nitruración después del endurecimiento con el fin de aumentar la resistencia contra el desgaste por formación de viruta en las estrías y en el cuerpo de la broca. Por consiguiente, deberá ser posible recubrir el material con PVD o someterlo a nitruración en la superficie sin ninguna significativa reducción de la dureza.

40 Tradicionalmente, los aceros de baja y media aleación de ingeniería como 1.2721, 1.2738 y SS2541 se han utilizado como material para cuerpos de herramientas de corte.

45 También se conoce el uso de acero para herramientas de trabajo en caliente como material para soportes de herramientas de corte. WO 97/49838 y WO 2009/116933 describen el uso de aceros para trabajo en caliente para soportes de herramientas de corte. En la actualidad, dos populares aceros para trabajo en caliente utilizados para cuerpos de herramientas de corte son proporcionados por Uddeholms AB y se venden bajo los nombres THG 2000 y MCG 4M. Las composiciones nominales de dichos aceros se dan en la Tabla 1 (en % de peso).

Tabla 1

| Acero | C | Si | Mn | Cr | Ni | Mo | V |
|----------|------|------|-----|-----|------|-----|-----|
| THG 2000 | 0.39 | 1.05 | 0.4 | 5.3 | - | 1.3 | 0.9 |
| MCG 4M | 0.30 | 0.4 | 1.2 | 2.3 | 4.00 | 0.8 | 0.8 |

50 Estos tipos de aceros para trabajo en caliente poseen muy buenas propiedades para el uso previsto como soportes para herramientas de corte. Sin embargo, los aceros para trabajo en caliente son comparativamente difíciles de mecanizar. Los gastos de mecanizado a menudo representan más del 60% del coste total del componente

mecanizado. Es obvio que la reducción del tiempo de mecanizado reduce los tiempos muertos, disminuye los costes laborales y mejora el uso de la máquina.

5 También se conoce el uso de acero inoxidable, en particular las series 400 de acero inoxidable pre-endurecido como DIN 1.2316 como material para soportes de herramientas de corte. Sin embargo, estos aceros son propensos a la segregación de carburo y a la formación de delta ferrita. Austenita retenida también puede estar presente en el estado templado y endurecido. Por lo tanto, las propiedades mecánicas no son óptimas para aplicaciones de soportes de herramienta y los aceros también son difíciles de mecanizar.

10 US 2007/0006949 A1 divulga un acero para soportes y piezas de soportes para herramientas de moldeo de plástico que contiene 0.06-0,15% de C, 0,07 a 0,15% de N, 0,1 a 1,0% de Si, 0,1 a 2,0% de Mn 12,5 a 14,5% de Cr, 0,8 a 2,5% de Ni, 0,1 a 1,5% de Mo y opcionalmente hasta 0,7% de V.

OBJETO DE LA INVENCION

15 El objeto general de la presente invención es proporcionar un acero inoxidable, que resulte adecuado como material para soportes de herramientas o cuerpos de herramientas de corte y que tenga buenas propiedades de mecanización. El acero debe tener un perfil de propiedades mejorado en el estado de recocido blando, así como en el estado de pre-endurecimiento.

20 Otro objeto es proporcionar un cuerpo de herramienta de corte, en particular para inserciones intercambiables, hecho del nuevo acero inoxidable.

25 Los objetos anteriores, así como ventajas adicionales, se consiguen en gran medida proporcionando un acero que tiene una composición tal como se establece en las reivindicaciones de aleación. El acero tiene un perfil de propiedades que cumple los requisitos en continuo aumento de las propiedades del material planteadas por los fabricantes de herramientas de corte, los fabricantes de herramientas y usuarios finales. En particular, el acero es inoxidable y tiene un perfil de propiedades atractivo incluyendo una buena capacidad de mecanizado, una buena templabilidad y una alta estabilidad dimensional.

30 Gracias al muy buen perfil de propiedades del acero, también es posible usar el acero para otras aplicaciones tales como piezas de ingeniería, que están sujetas a altas tensiones. La invención se refiere también a soportes de herramientas hechos de acero para trabajo en caliente, así como a diferentes usos del acero.

35 La invención se define en las reivindicaciones.

DESCRIPCION DETALLADA

40 A continuación, la importancia de los elementos separados y su interacción con los demás, así como las limitaciones de los componentes químicos de la aleación reivindicada se explican brevemente. Rangos útiles y preferentes se definen en las reivindicaciones. Todos los porcentajes de la composición química del acero se dan en % en peso (% peso) en toda la descripción.

45 **Carbono** (0.14 - 0.25%)

El carbono es favorable para la capacidad de endurecimiento y tiene que estar presente en un contenido mínimo de al menos 0.14%, preferiblemente 0.19% o 0.20%. A altos contenidos de carbono, carburos de tipo M23C6 y M7C3 se formarán en el acero. El contenido de carbono por tanto no podrá superar el 0.25%. El límite superior para el carbono puede ajustarse a 0.24%, 0.22% o 0.21%.

50 **Nitrógeno** (0.06 - 0.15%)

55 El nitrógeno se restringe a 0.06-0.15% con el fin de obtener el tipo deseado y la cantidad de fases duras, en particular, V(C, N). Cuando el contenido de nitrógeno está bien equilibrado en contra del contenido de vanadio, se formarán carbonitruros ricos en vanadio V (C, N). Estos se disolverán en parte durante la etapa de austenización y luego precipitarán durante la etapa de templado en forma de partículas de tamaño nanométrico. La estabilidad térmica de los carbonitruros de vanadio se considera que es mejor que la de los carburos de vanadio, de ahí que

pueda mejorarse la resistencia al revenido del acero de herramientas inoxidable. Además, mediante el templado al menos dos veces, la curva de templado tendrá un pico secundario superior. Por lo tanto, un intervalo preferido de N es 0.09 - 0.12%.

5 **Silicio (0.7 - 1.2%)**

10 El silicio se utiliza para la desoxidación. El Si aumenta la actividad de carbono en el acero, el Si también mejora la capacidad de mecanizado del acero. Con el fin de obtener el efecto deseado, el contenido de Si debería ser al menos 0.7%, preferiblemente 0.8% o 0.85%. Sin embargo, el Si es un fuerte formador de ferrita y por lo tanto debe limitarse a $\leq 1.2\%$, preferiblemente a 1.1%, 1.0% o 0.95%.

Manganeso (0.3 - 1.0%)

15 El manganeso contribuye a mejorar la templabilidad del acero y, junto con el azufre, el manganeso contribuye a mejorar la capacidad de mecanizado mediante la formación de sulfuros de manganeso. Por lo tanto, el manganeso debe estar presente en un contenido mínimo de 0.3%. El manganeso es un elemento estabilizador de la austenita y el contenido debe limitarse a 1.0%, 0.8% o 0.6% a fin de evitar el exceso de austenita residual. Los rangos preferidos incluyen 0.35 - 0.55% y 0.4 a 0.5%.

20 **Cromo (12 - 15%)**

25 Cuando está presente en una cantidad disuelta de al menos 11%, el cromo da como resultado la formación de una película pasiva sobre la superficie del acero. El cromo estará presente en el acero en una cantidad entre 12 y 15% con el fin de dar al acero una buena templabilidad y resistencia a la corrosión. Preferiblemente, el Cr está presente en una cantidad de más de 13% con el fin de salvaguardar una buena resistencia a la corrosión por picadura. El límite inferior se establece de acuerdo con la aplicación deseada y puede ser 13.2% o 13.4%. Sin embargo el, Cr es un fuerte formador de ferrita y con el fin de evitar la ferrita después del templado la cantidad necesita ser controlada. Por razones prácticas, el límite superior se puede reducir al 14%, 13.8% o 13.6%. Los rangos preferidos incluyen 13.2 - 13.8% y 13.4 - 13.6%.

30

Níquel (0.3 - 0.8%)

El níquel da al acero una buena templabilidad y dureza. Debido a los costes, el contenido de níquel del acero debe limitarse. Un intervalo preferido es 0.5 - 0.7%.

35

Molibdeno (0.05 - 0.4%)

40 El Mo se sabe que tiene un efecto muy favorable sobre la templabilidad. También es conocido por mejorar la resistencia a la corrosión por picadura. El contenido mínimo es de 0.05%, y puede establecerse en 0.15% o 0.17%. El molibdeno es un fuerte elemento formador de carburo y también un fuerte formador de ferrita. Por lo tanto el contenido máximo de molibdeno es 0.4%. Preferiblemente Mo se limita a 0.30%, 0.25% o incluso a 0.23%.

Vanadio (0.05 - 0.4%)

45 Formas de vanadio primarias uniformemente distribuidas precipitaron carbonitruros de tipo M (C, N) en la matriz del acero. En los actuales aceros M es principalmente vanadio, pero cantidades significativas de Cr y Mo pueden estar presentes. Por lo tanto, el vanadio debe estar presente en una cantidad de 0.05 - 0.4%. El límite superior se puede fijar en 0.35%, 0.30% o 0.28%. El límite inferior se puede establecer en 0.10%, 0.15%, 0.20% o 0.22%. Los límites superior e inferior se pueden combinar libremente dentro de los límites establecidos en la reivindicación 1.

50

Aluminio (0.001 - 0.3%)

55 El aluminio se utiliza para la desoxidación. En la mayoría de los casos el contenido de aluminio está limitado a 0.05%. Límites superiores adecuados son 0.06%, 0.03% y 0.024%. Límites inferiores adecuados establecidos para asegurar una suficiente desoxidación son 0.005% y 0.01%. Preferiblemente, el acero contiene desde 0.01 hasta 0.024% de Al.

Cobre ($\leq 3.0\%$)

5 El Cu es un elemento opcional, que puede contribuir a aumentar la dureza y la resistencia a la corrosión del acero. Además, contribuye a la resistencia a la corrosión del acero, así como a la capacidad de mecanizado. Si es utilizado, rangos preferidos son 0.02 - 2%, 0.02 - 0.5%, 0.04 - 1.6% y 0.04 - 0.5%. Sin embargo, no es posible extraer el cobre del acero una vez que se ha añadido. Esto hace drásticamente más difícil el manejo de la chatarra. Por esta razón, el cobre normalmente no se añade deliberadamente.

Cobalto ($\leq 5.0\%$)

10 El Co es un elemento opcional. Contribuye a aumentar la dureza de la martensita. La cantidad máxima es de 5.0%. Sin embargo, por razones prácticas, tales como el manejo de la chatarra no hay adición deliberada de Co. Un contenido máximo preferido es 0.2%.

Tungsteno ($\leq 0.5\%$)

15 El tungsteno puede estar presente en contenidos de hasta 0.5% sin ser perjudicial para las propiedades del acero. Sin embargo, el tungsteno tiende a segregarse durante la solidificación y puede dar lugar a ferrita delta no deseada. Además, el tungsteno es caro y también complica el manejo de la chatarra. Por consiguiente, la cantidad máxima se limita a 0.5%, preferiblemente 0.2% y más preferiblemente no se hacen adiciones.

Niobio ($\leq 0.1\%$)

20 El niobio es similar al vanadio en que forma carbonitruros de tipo M (C,N). La adición máxima de Nb es de 0.1%. Preferiblemente, no se añade niobio.

Fósforo ($\leq 0.05\%$)

25 El P es un elemento de impurezas que puede causar fragilidad de temperamento. Por lo tanto, se limita a $\leq 0.05\%$.

Azufre ($\leq 0.5\%$)

30 El azufre se limita preferiblemente a S $\leq 0.005\%$ con el fin de reducir el número de inclusiones. Sin embargo, el S contribuye a la mejora de la capacidad de mecanizado del acero. Un contenido adecuado para mejorar la capacidad de mecanizado del acero en el estado templado resistente es 0.07- 0.15%. A contenidos altos de azufre hay un riesgo de fragilidad al rojo. Por otra parte, un alto contenido de azufre puede tener un efecto negativo sobre las propiedades de fatiga del acero. El acero deberá contener por lo tanto $\leq 0.5\%$, preferiblemente $\leq 0.01\%$, y más preferiblemente $\leq 0.001\%$.

Oxígeno (opcionalmente 0.003 - 0.01%)

35 El oxígeno puede añadirse deliberadamente al acero durante el tratamiento en cuchara con el fin de formar una cantidad deseada de inclusiones de óxido en el acero y de ese modo mejorar la capacidad de mecanizado del acero. El contenido de oxígeno se controla para que caiga en el rango de 0.003 - 0.01%. Un rango preferido es 0.003 - 0.007%.

Calcio (opcionalmente 0.0003 - 0.009%)

40 El calcio puede añadirse deliberadamente al acero durante el tratamiento en cuchara con el fin de formar inclusiones de una composición y forma deseados. Entonces, se añade calcio en cantidades de 0.0003 -0.009, preferiblemente 0.0005 - 0.005.

Be, Se, Mg y REM (Metales de tierras raras)

45 Estos elementos se pueden añadir al acero en las cantidades reivindicadas con el fin de mejorar aún más la capacidad de mecanizado, la capacidad de trabajo en caliente y/o la capacidad de soldadura.

Boro ($\leq 0.01\%$)

El B se puede utilizar con el fin de aumentar aún más la dureza del acero. La cantidad se limita a 0.01%, preferiblemente $\leq 0.004\%$.

5

Ti, Zr y Ta

Estos elementos son formadores de carburos y pueden estar presentes en la aleación en los rangos reivindicados para alterar la composición de las fases duras. Sin embargo, no se añade normalmente ninguno de estos elementos.

10

PRE

El equivalente de resistencia a la picadura (PRE) se utiliza con frecuencia para cuantificar la resistencia a la corrosión por picaduras de los aceros inoxidable. Un valor más alto indica una mayor resistencia a la corrosión por picadura. Para los aceros inoxidable martensíticos con alto contenido de nitrógeno se puede utilizar la siguiente expresión:

15

$$\text{PRE} = \% \text{Cr} + 3,3\% \text{Mo} + 30\% \text{N}$$

20

en el que % de Cr, % de Mo y el % de N son los contenidos disueltos en la matriz a la temperatura de austenización (T_A). Los contenidos disueltos se pueden calcular con Thermo-Calc para la temperatura de austenización real (T_A) y/o medidos en el acero después del temple.

25

La temperatura de austenización (T_A) está en el rango de 950 - 1200 °C, típicamente 1000 - 1050 °C. Preferiblemente, el número PRE está en el intervalo de 16 - 18.

La producción de acero

30

Un acero inoxidable que tiene la composición química reivindicada puede ser producido mediante la fabricación de acero convencional. Este tipo de acero es a menudo fabricado por fusión de chatarra en un Horno de Arco Eléctrico (EAF), después sometiendo el acero a metalurgia de cuchara y, opcionalmente, una desgasificación al vacío. El contenido de oxígeno se incrementa en la cuchara de colada de acero por agitación de la masa fundida y la exposición de la superficie de la masa fundida a la atmósfera y/o por la adición de escamas de laminación. Se añade calcio al final del tratamiento metalúrgico, preferiblemente como CaSi.

35

La masa fundida se convierte en lingotes por colada de lingotes, de manera adecuada colada a fondo. La fabricación mediante metalúrgica en polvo (PM) se puede utilizar así como Electro Slag refundido (ESR). Sin embargo, por razones de coste no se emplean normalmente estas alternativas.

40

El acero puede ser tratado térmicamente para ajustar la dureza de una manera similar a la que se usa para el acero inoxidable de tipo serie 420. El rango de temperatura de endurecimiento es de 1000°C -1030°C, ya que si excede los 1030°C dará crecimiento del grano y aumento de contenido de austenita retenida. El tiempo de retención debe ser de unos 30 minutos. Se prefiere una temperatura de 1020°C. El acero debe ser templado dos veces con enfriamiento intermedio a temperatura ambiente. El tiempo de mantenimiento a la temperatura de templado debe ser como mínimo de 2 horas. La temperatura de revenido más baja que se debe utilizar es de 250°C.

45

Cuando se utiliza 1020°C como temperatura de temple se puede alcanzar una dureza de 48-50 HRC después de calentar a 250°C. Una dureza de 46-48 HRC se puede alcanzar después de calentar a 520°C. Este último tratamiento elimina la austenita retenida y da cambios dimensionales cercanos a cero.

50

Ejemplo 1

55

Una composición de acero de acuerdo con la invención se preparó por metalurgia convencional. El acero comparativo era un estándar 1.2316 que fue entregado con una dureza de 310 HB, que corresponde a aproximadamente 33 HRC.

Las composiciones de los aceros examinados se dan en la Tabla 2 (en % peso) el resto Fe aparte de las impurezas. El acero de la invención fue sometido a endurecimiento por austenización a 1020°C durante 30 minutos y templado dos veces durante dos horas a 550°C para obtener una dureza de 40 HRC. El acero comparativo también se sometió a temple y revenido a la misma dureza.

5

Tabla 2. Composiciones de los aceros examinados.

| Elemento | Acero de la invención | Acero comparativo 1.2316 |
|----------|-----------------------|--------------------------|
| C | 0.21 | 0.38 |
| Si | 0.9 | 0.6 |
| Mn | 0.45 | 0.65 |
| Cr | 13.5 | 16.0 |
| Ni | 0.6 | 0.85 |
| Mo | 0.2 | 1.15 |
| V | 0.25 | |
| Al | 0.02 | 0.01 |
| N | 0.10 | 0.004 |

Pruebas de capacidad de mecanizado

10

La capacidad de mecanizado es un tema complejo y puede ser evaluado por un número de diferentes pruebas de diferentes características. Las principales características son: duración de la herramienta, la tasa de eliminación de material limitante, fuerzas de corte, superficie mecanizada y rotura de la viruta de corte. En el presente caso, la capacidad de mecanizado del acero fue examinado por la molienda final, ya que esta es una de las operaciones más difíciles en la fabricación de cuerpo de la herramienta.

15

Los aceros mostrados en la Tabla 2 se sometieron a ensayos de fresado con el fin de evaluar su capacidad de mecanizado. Los aceros no se trataron con ningún elemento potenciador de la capacidad de mecanizado.

20

Todas las pruebas de capacidad de mecanizado se llevaron a cabo en un centro de mecanizado vertical MODIG 7200.

Fresado final con el cortador inserto intercambiable

25

En esta prueba un diámetro de 16 mm de corte se ha utilizado, y la prueba se ha realizado en las siguientes condiciones:

- Herramienta de corte: Sandvik CoroMill 390 Ø 16 mm
- Inserción de carburo: R390-11 T3 08M-PL 1030
- Velocidad de corte, Vc: 200 m/min
- Profundidad de corte axial, PA: 4 mm
- Profundidad de corte radial, AE: 0,8 mm
- Alimentación de dientes, fz: 0,2 mm/diente
- Refrigerante: Molienda en seco

30

35

La vida de la herramienta hasta un máximo desgaste de 0,3 mm, en el fresado en los diferentes materiales se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la molienda final con el cortador inserto intercambiable

| Acero testado | Vida de la herramienta (min.) |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1.2316 310 HB | 90 |
| 1.2316 40 HRC | 23 |
| Acero de la invención 40 HRC | 175 |

5 En las pruebas de molienda el desgaste de flanco se midió en cada uno de los dientes de las fresas usando microscopio óptico de luz y se calculó un valor medio. Las pruebas se detuvieron cuando el valor medio de desgaste del flanco alcanzó 0,3 mm, y el tiempo de molienda se observó y se utilizó para la comparación de la capacidad de mecanizado.

Fresado final con cortador de carburo cementado sólido

10 En esta prueba se utilizó un diámetro de 10 mm de cortador de carburo cementado sólido, y la prueba se ha realizado bajo las siguientes condiciones:

- Herramienta de corte: Sandvik R216.34-10050-AK22P-1630 Ø 10 mm
- Velocidad de corte, Vc: 45 m/min
- Profundidad de corte axial, PA: 4 mm
- 15 □ Profundidad de corte radial, AE: 8 mm
- Alimentación de dientes, fz: 0,03 mm/diente
- Refrigerante: Molienda en seco

20 La vida de la herramienta hasta un máximo desgaste de 0,2 mm, en el fresado en los diferentes materiales se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la molienda final con el cortador de carburo cementado sólido

| Acero testado | Vida de la herramienta (min.) |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1.2316 310 HB | 418 |
| 1.2316 40 HRC | 97 |
| Acero de la invención 40 HRC | 480 |

Fresados frontales con fresa inserta intercambiable

25 En esta prueba se ha utilizado una fresa de 80 mm de diámetro y la prueba se ha realizado bajo las siguientes condiciones:

- Herramienta de corte: Sandvik CaraMill 245 Ø 80 mm
- 30 □ Inserción de carburo: R245-12 T3 E-PL 4230
- Velocidad de corte, Vc: 150 m/min
- Profundidad de corte axial, PA: 2 mm
- Profundidad de corte radial, AE: 48 mm
- Alimentación de dientes, fz: 0,15 mm/diente
- 35 □ Refrigerante: Molienda en seco

La vida de la herramienta hasta un máximo desgaste de 0,3 mm, en el fresado en los diferentes materiales se presenta en la tabla 5.

40 Tabla 5. Resultados de la molienda frontal con fresa inserta intercambiable

| Acero testado | Vida de la herramienta (min.) |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1.2316 310 HB | 25 |
| 1.2316 40 HRC | 11 |
| Acero de la invención 40 HRC | 30 |

Los resultados de las pruebas realizadas revelaron claramente una mejora inesperada y sorprendente en la capacidad de mecanizado del material de la invención, en concreto en el estado de pre-endurecimiento. Una mejora

de la vida de la herramienta de hasta casi 8 veces la vida de la herramienta de 1.2316 se experimentó en el fresado final con el cortador inserto intercambiable.

Las razones de las mejoras no se entienden completamente y los inventores no quieren estar limitados por ninguna teoría. Sin embargo, se cree que los resultados están vinculados a la composición del acero más ligera. El menor contenido de Cr y Mo de los aceros reivindicados resulta en una muy baja cantidad de carburos primarios y una estructura de matriz más uniforme. Largueros de carburo se encontraron en la microestructura de sólo el acero comparativo.

Ejemplo 2

Los aceros que tienen la composición mostrada en la Tabla 2 se sometieron a ensayos de impacto sin muesca en la dirección transversal corta. Los resultados se muestran en la Tabla 6

Tabla 6. Resultados de las pruebas de ductilidad

| Acero testado | Ductilidad (Joule) |
|------------------------------|--------------------|
| 1.2316 310 HB | 20 |
| Acero de la invención 40 HRC | 190 |

Es evidente que el acero comparativo 1.2316 tiene una ductilidad mucho más baja, aunque tenía una dureza menor de aproximadamente 33 HRC. La razón de esto es probablemente la existencia de carburos, que se concentran en las zonas segregadas.

Los mismos aceros también se ensayaron para resistencia a la corrosión.

La resistencia a la corrosión del acero de la invención se comparó a la de 1.2316, que tiene altos contenidos de Cr y Mo. Las muestras de ensayo se colocaron en una cámara de clima durante 3 semanas. El ciclo utilizado fue 55 °C/5h + 19 °C/5h con 90% de humedad.

Además, una prueba de polarización se hizo en 0,05 M H₂SO₄ purgado con nitrógeno pH 1,2 y a una temperatura de 22 °C. La curva de polarización reveló que el acero de la invención es ligeramente menos resistente a la corrosión que el acero comparativo.

El resultado de estas pruebas se muestra como resistencia a la corrosión relativa en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de las pruebas de corrosión

| Acero testado | Resistencia a la corrosión relativa (%) |
|------------------------------|---|
| 1.2316 310 HB | 100 |
| Acero de la invención 40 HRC | 80 |

Resulta evidente a partir de los ejemplos 1 y 2, que el acero de la invención tiene una ductilidad mayor y una mejor capacidad de mecanizado que el acero comparativo, incluso cuando es endurecido a una dureza más alta. Aunque la resistencia a la corrosión es un poco menos buena, no se sabe si esta diferencia puede ser detectada en aplicaciones reales. Por un tratamiento de revenido a una temperatura de 500 °C o más alta, también es posible eliminar toda la austenita retenida y de ese modo obtener un cambio dimensional cerca de cero. En consecuencia, el acero de la invención tiene un perfil de propiedades que es muy adecuado para el uso del acero como soporte de herramientas.

El acero inoxidable de la presente invención es particularmente útil para cuerpos de herramientas de corte o soportes para herramientas de corte. Los cuerpos de herramienta de corte con inserciones intercambiables se someten a esfuerzos dinámicos elevados durante el servicio y, por tanto, la resistencia a la fatiga es de vital importancia. Por esta razón, es adecuado introducir tensiones residuales de compresión en la superficie con el fin de prolongar la vida útil del cuerpo de herramienta. Esto puede hacerse mediante mecanizado duro o cualquier medio convencional tal como granallado, nitruración y/o oxi-nitruración. Preferiblemente, el cuerpo de la herramienta de corte está provisto de esfuerzos residuales de compresión en el intervalo de -200 MPa a -900 MPa desde la

superficie hasta una profundidad de 75 µm por debajo de la superficie. Este método no sólo puede ser utilizado para soportes de herramientas, sino también para extender la vida de fatiga de cualquier otra parte o componente formado a partir del acero inoxidable que se reivindica, tales como mandriles de fresado, pinzas, cirios de herramientas o mordazas de sujeción.

5

Reivindicaciones

5 1. Acero para un soporte de herramientas o un cuerpo de herramienta de corte que consiste en % de peso (% de peso):

| | | |
|----|---------------|----------------|
| | C | 0.14 - 0.25 |
| | N | 0.06 - 0.15 |
| | Si | 0.7 - 1.2 |
| | Mn | 0.3 - 1.0 |
| 10 | Cr | 12 - 15 |
| | Ni | 0.3 - 0.8 |
| | Mo | 0.05 - 0.4 |
| | V | 0.05 - 0.4 |
| | Al | 0.001 - 0.3 |
| 15 | Opcionalmente | |
| | P | ≤0.05 |
| | S | ≤0.5 |
| | Cu | ≤3 |
| | Co | ≤5 |
| 20 | W | ≤0.5 |
| | Nb | ≤0.1 |
| | Ti | ≤0.1 |
| | Zr | ≤0.1 |
| | Ta | ≤0.1 |
| 25 | B | ≤0.01 |
| | Be | ≤0.2 |
| | Se | ≤0.3 |
| | Ca | 0.0003 - 0.009 |
| | O | 0.003-0.01 |
| 30 | Mg | ≤0.01 |
| | REM | ≤0.2 |

El resto Fe aparte de impurezas

35 2. Acero para soporte de herramienta o cuerpo de herramienta de corte según la reivindicación 1 que contiene en % de peso (% de peso):

| | | |
|----|----|-------------|
| | C | 0.14 - 0.24 |
| 40 | Mn | 0.3 - 0.8 |
| | Cr | 12.5 - 14.8 |
| | Mo | 0.15 - 0.35 |
| | V | 0.1 - 0.4 |

45 3. Acero para soporte de herramienta o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las anteriores reivindicaciones 1 o 2 que contiene en % de peso (% de peso):

| | | |
|----|----|-----------|
| 50 | Mn | 0.3 - 0.6 |
|----|----|-----------|

4. Acero para soporte de herramientas o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las anteriores reivindicaciones que cumpla al menos uno de los siguientes requisitos (en % de peso):

| | | |
|----|----|-------------|
| 55 | C | 0.19 - 0.22 |
| | N | 0.09 - 0.12 |
| | Si | 0.8 - 1.1 |

ES 2 584 829 T3

| | | |
|----|----|--------------|
| | Mn | 0.35 - 0.60 |
| | Cr | 13.0 - 14.5 |
| | Ni | 0.35 - 0.75 |
| | Mo | 0.15 - 0.30 |
| 5 | V | 0.2 - 0.3 |
| | Al | 0.005 - 0.06 |
| | Cu | ≤0.3 |
| | Ti | ≤0.005 |
| | Nb | ≤0.008 |
| 10 | P | ≤0.025 |
| | S | ≤0.005 |

15 **5.** Acero para soporte de herramientas o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 que cumpla al menos uno de los siguientes requisitos (en % de peso):

| | | |
|----|-------|---------------|
| | C | 0.19 - 0.21 |
| | N | 0.09 - 0.11 |
| | (C+N) | 0.28 - 0.34 |
| 20 | Si | 0.8 - 1.0 |
| | Mn | 0.35 - 0.75 |
| | Cr | 13.2 - 14.0 |
| | Ni | 0.50 - 0.70 |
| | Mo | 0.17 - 0.25 |
| 25 | V | 0.22 - 0.30 |
| | Al | 0.005 - 0.024 |
| | Cu | ≤0.2 |
| | Ti | ≤0.004 |
| | Nb | ≤0.005 |
| 30 | P | ≤0.020 |
| | S | ≤0.004 |

35 **6.** Acero para soporte de herramientas o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 que cumpla al menos uno de los siguientes requisitos (en % de peso):

| | | |
|----|-------|--------------|
| | C | 0.20 - 0.22 |
| | N | 0.10 - 0.12 |
| | (C+N) | 0.30 - 0.32 |
| 40 | Si | 0.85 - 1.1 |
| | Mn | 0.30 - 0.55 |
| | Cr | 13.2 - 13.9 |
| | Ni | 0.50 - 0.70 |
| | Mo | 0.15 - 0.23 |
| 45 | V | 0.20 - 0.28 |
| | Al | 0.008 - 0.03 |

50 **7.** Acero para soporte de herramientas o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las anteriores reivindicaciones que cumpla al menos uno de los siguientes requisitos (en % de peso):

| | | |
|----|----|-------------|
| | C | 0.20 - 0.21 |
| | N | 0.10 - 0.11 |
| | Si | 0.85 - 1.0 |
| 55 | Mn | 0.40 - 0.55 |
| | Cr | 13.2 - 13.8 |
| | Ni | 0.55 - 0.70 |

ES 2 584 829 T3

| | |
|----|--------------|
| Mo | 0.17 - 0.25 |
| V | 0.22 - 0.30 |
| Al | 0.01 - 0.024 |

5
8. Acero para soporte de herramientas o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las anteriores reivindicaciones que cumpla al menos uno de los siguientes requisitos (en % de peso):

| | | |
|----|----|--------------|
| 10 | C | 0.19 - 0.22 |
| | N | 0.09 - 0.12 |
| | Si | 0.8 - 1.1 |
| | Mn | 0.35 - 0.60 |
| | Cr | 13.0 - 14.5 |
| | Ni | 0.35 - 0.75 |
| 15 | Mo | 0.15 - 0.30 |
| | V | 0.2 - 0.3 |
| | Al | 0.005 - 0.03 |
| | Cu | ≤0.3 |
| | Ti | ≤0.005 |
| 20 | Nb | ≤0.008 |
| | P | ≤0.025 |
| | S | ≤0.005 |

25
9. Acero para soporte de herramientas o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las anteriores reivindicaciones que cumpla al menos uno de los siguientes requisitos (en % de peso):

| | | |
|----|----|-------------|
| 30 | Cr | 13.4 - 13.6 |
| | Ni | 0.55 - 0.65 |
| | Mo | 0.17 - 0.23 |
| | V | 0.22 - 0.28 |

35
10. Acero para soporte de herramientas o cuerpo de herramienta de corte según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el acero cumpla al menos una de las siguientes condiciones:

- 40
- i) un contenido de austenita residual que es menor a 15 en % de volumen
 - ii) una dureza de 40 - 52 HRC,
 - iii) una conductividad térmica de al menos 21 W/mK a 400 °C

45
11. Cuerpo de herramienta de corte, en concreto para inserciones intercambiables, que comprende un acero tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-10, opcionalmente provisto de esfuerzos residuales de compresión en el rango de -200 MPa a -900 MPa desde la superficie a una profundidad de 75 µm debajo de la superficie.

50
12. Cuerpo de herramienta de corte para inserciones intercambiables, que comprende un acero tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el cuerpo de la herramienta de corte inserto intercambiable está provisto de esfuerzos residuales de compresión en el intervalo de -200 MPa a -900 MPa desde la superficie hasta una profundidad de 75 µm debajo de la superficie.

55
13. Cuerpo de herramienta de corte para inserciones intercambiables de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el cuerpo de la herramienta de corte es un cuerpo cortador intercambiable, un cuerpo fresador intercambiable o un soporte tornador intercambiable.

- 14.** Uso de un acero tal como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-10 para mandriles de fresado, pinzas, cirios de herramientas o mordazas de sujeción. titular.
- 5 **15.** Uso de un acero tal como se define en la reivindicación 14 en el que el acero está provisto de esfuerzos residuales de compresión en el intervalo de -200 MPa a -900 MPa desde la superficie hasta una profundidad de 75 μm debajo de la superficie.