

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 201**

51 Int. Cl.:

**C22C 38/06** (2006.01)  
**C22C 38/22** (2006.01)  
**C22C 38/24** (2006.01)  
**C22C 38/60** (2006.01)  
**C21D 9/18** (2006.01)  
**C22C 38/02** (2006.01)  
**C22C 38/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2007 E 07450174 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 1918401**

54 Título: **Aleación de acero para herramientas de mecanizado con arranque de virutas**

30 Prioridad:

**27.10.2006 AT 18142006**

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

**19.11.2013**

73 Titular/es:

**BÖHLER EDELSTAHL GMBH & CO KG (100.0%)  
MARIAZELLERSTRASSE 25  
8605 KAPFENBERG, AT**

72 Inventor/es:

**PUTZGRUBER, ERNST y  
CALISKANOGLU, DEVRIM**

74 Agente/Representante:

**SANZ-BERMELL MARTÍNEZ, Alejandro**

**ES 2 430 201 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**

La invención se refiere a una aleación de acero para herramientas de mecanizado con arranque de virutas.

5 Al arrancar virutas de piezas de trabajo, la zona de los filos cortantes de la herramienta se somete repetidamente a una elevada carga. Para soportar la carga acumulada, el material de la pieza debe presentar al mismo tiempo una elevada dureza y resistencia, así como una buena resistencia a la abrasión, y conservar dichas propiedades incluso a altas temperaturas de, por ejemplo, 550 °C y más. Solo así se consigue una larga duración de la herramienta y una aplicación rentable de la misma.

10 La carga - o mejor dicho, el perfil de una carga - de la zona de los cantos cortantes de una herramienta durante el corte o mecanizado con arranque de virutas depende fundamentalmente del tipo y propiedades del material de la pieza de trabajo. Por ese motivo, se han desarrollado por ejemplo aceros de corte rápido con distintas composiciones químicas, en particular adaptados a las solicitaciones específicas durante el arranque de virutas de piezas de trabajo con distintas propiedades, que se corresponden con el estado de la técnica.

15 Sin embargo, los aceros de corte rápido presentan en su mayoría altos contenidos de uno o varios elementos de aleación caros, como el molibdeno, wolframio, vanadio, niobio y cobalto. Pueden estar previstas concentraciones de wolframio y/o molibdeno de hasta el 20 % en peso y superiores, mientras que puede haber vanadio adicionado por aleación en aceros rápidos pulvimetalúrgicos convencionales en contenidos de entre el 1,2 y el 15 % en peso.

20 Como ya se ha señalado antes mediante una variante de elaboración pulvimetalúrgica, existe un problema en la estructura de solidificación en función de la composición química de la aleación. Por ejemplo, en la EP 1 469 094 A1 se propone someter una barra de colada refundida de acero rápido a un tratamiento de recocido por disolución de larga duración, seguido de un enfriamiento de entre 1200 °C y 1300 °C a una temperatura inferior a 900 °C, a una velocidad de más de 3 °C/min. Con ello, se pueden conseguir magnitudes de carburo muy reducidas junto con una distribución simultánea del carburo en el material de la pieza de trabajo y, en consecuencia, una alta resistencia de la misma.

25 En la AT 412 285 B se divulga un acero para herramientas de mecanizado con arranque de virutas de bajo coste para elementos de aleación. Este acero, que se puede emplear ventajosamente sobre todo para sierras circulares, aprovecha una cierta proporción entre aluminio y nitrógeno para mantener bajo el desgaste de mecanizado en la herramienta. Sin embargo, los dientes de sierra trabajan en el arranque de virutas en general a temperaturas más bajas, de modo que por lo general no se precisa una resistencia pronunciada a la temperatura de revenido del material.

30 De la JP 10 298710 se conoce una aleación compuesta en porcentajes en peso de C = entre 0,5 y 2,3, Si ≤ 3,0, Mn ≤ 1,0, Cr = entre 3,5 y 5, Mo ≤ 15, W ≤ 20, V = entre 0,5 y 6,0, Al = entre 0,5 y 3,0. El contenido de wolframio es elevado. No se indica que este acero presente una buena conformación en caliente ni una elevada resistencia o templabilidad.

35 El objetivo de la invención es crear un acero para herramientas de mecanizado con arranque de virutas que presente una estructura de solidificación fina y una buena conformabilidad en caliente, posea una elevada respuesta al temple y resistencia al revenido y sea altamente rentable o tenga una buena relación precio-rendimiento.

40 Este objetivo, que en resumen resuelve problemas técnicos de solidificación, de conformación, de temple y económicos, se consigue conforme a la invención con una aleación de acero para herramientas de mecanizado con arranque de virutas que consta básicamente de los siguientes elementos en porcentajes en peso:

45

50	C	=	entre	0,76 y 0,89
	Si	=	entre	0,41 y 0,59
	Mn	=	entre	0,15 y 0,39
	Cr	=	entre	3,60 y 4,60
	Mo	=	entre	2,00 y 3,15
55	W	=	entre	1,50 y 2,70
	V	=	entre	0,80 y 1,49
	Al	=	entre	0,60 y 1,40
	P	=	MÁX.	0,03
	S	=	entre	0,001 y 0,30
60	N	=	entre	0,01 y 0,10

Resto: Fe e impurezas

65 La composición de la aleación de acero según la invención tiene ventajas técnicas metalúrgicas que están limitadas sinérgicamente a un estrecho margen de concentración de los elementos de aleación.

- 5 El contenido de carbono o la actividad del carbono tiene una interacción con el elemento vanadio, que forma monocarburo; con el molibdeno y el wolframio, que forman un alto grado de carburo, así como con el cromo; mientras que otro elemento de la aleación, el aluminio, que tiende fuertemente hacia el área de la estructura atómica cúbica centrada en las caras de la aleación, también influye positivamente, como se ha constatado, en la estructura de solidificación y, con ello, en la conformabilidad del material, y también muestra un alto efecto en el comportamiento de temple y en la resistencia de revenido de la herramienta.
- 10 En la gama entre 0,60 y 1,40 en % en peso de aluminio en la aleación, según la invención se disminuye la precipitación grosera de carburo durante una solidificación residual ledeburítica de la masa fundida y se consigue una formación de carburo de grano fino en la estructura solidificada.
- 15 En comparación con un lingote de acero de corte rápido de la aleación HS 6-5-2 o material DIN núm. 1.3343, un lingote con las mismas dimensiones de una aleación según la invención muestra, sin embargo, una mejor conformabilidad con disminuciones por pasada más elevadas.
- 20 Tras un tratamiento de recocido blando, se detectó microscópicamente una distribución ampliamente uniforme de los carburos con un tamaño menor de grano en el material laminado según la invención.
- 25 Con análisis de material realizados tras un tratamiento térmico, con un temple a una temperatura de entre 1190 °C y 1230 °C, con un enfriamiento subsiguiente en aceite y un revenido en una gama de temperatura de entre 500 °C y 580 °C, se han obtenido los siguientes resultados:
- 30 Con el carbono se consigue a partir de un contenido del 0,76 % en peso, con una concentración superior al 0,8 % en peso de vanadio, así como superior al 1,5 % de wolframio y a menos un 2,0 % en peso de molibdeno, con la presencia de al menos 3,60 % en peso de cromo, la respuesta al temple deseada de la pieza de trabajo, al tiempo que el aluminio en cantidades de al menos el 0,60 % en peso promueve el templado completo, confiere una alta resistencia al material y, sobre todo, aumenta el grado de resistencia de revenido a temperaturas más altas y prolonga los tiempos. Los contenidos más elevados de carbono, del 0,89 % en peso; de vanadio, del 1,49 % en peso; de wolframio, del 2,70 % en peso y de cromo, del 4,60 % en peso también producen en contenidos del 1,40 % en peso de aluminio precipitaciones groseras de carburo de la masa fundida y, desventajosamente, granos de carburo groseros en el material, mientras que las concentraciones de aluminio superiores al 1,40 % en peso también pueden producir una formación de grano grosero general. También se detectó que en esos contenidos de aluminio, el nitrógeno en límites de concentración de entre 0,01 y 0,1 % en peso produce un afinamiento del grano y mejora las propiedades de la herramienta. Sin embargo, los contenidos más elevados de nitrógeno forman en la mayoría de los casos nitruros groseros, distribuidos inhomogéneamente de forma desventajosa.
- 35 El silicio en estrechos márgenes de tolerancias de entre el 0,41 y el 0,59 % en peso en el acero tiene un efecto ventajoso en el contenido de inclusión y en la templabilidad del material, mientras que el manganeso favorece la acción. Se puede asegurar una separación de azufre formando sulfuro de manganeso en una parte del contenido de manganeso de la aleación, que presenta valores de entre el 0,15 y el 0,39 % en peso.
- 40 Se consiguen formas de ejecución preferentes de la invención, que pueden mejorar aún más las propiedades de la aleación de acero, cuando esta presenta uno o varios elementos en una gama más limitada de concentración en % en peso, de la siguiente manera:
- 45
- |       |   |                   |
|-------|---|-------------------|
| C     | = | entre 0,80 y 0,85 |
| Si    | = | entre 0,45 y 0,55 |
| Mn    | = | entre 0,20 y 0,30 |
| Cr    | = | entre 4,00 y 4,39 |
| 50 Mo | = | entre 2,40 y 2,80 |
| W     | = | entre 1,90 y 2,30 |
| V     | = | entre 1,00 y 1,20 |
| Al    | = | entre 0,80 y 1,20 |
- 55 Se ha constatado que resulta favorable para la resistencia del material y ventajoso para la respuesta al temple del material que la aleación de acero contenga molibdeno y wolframio en cantidades mínimas del 2,00 % en peso y del 1,50 % en peso en proporciones equilibradas. En una forma de ejecución especialmente preferente, la aleación según la invención presenta en una concentración de molibdeno, más la mitad de la concentración de wolframio, un valor de entre 3,3 y 4,0; en particular, se puede conseguir con un valor de entre 3,4 y 3,9 un perfil de propiedades más favorable que la media de la herramienta templada y revenida térmicamente.
- 60 Una herramienta de mecanizado con arranque de virutas, que consta de una aleación de acero preferentemente 4,1 veces conformada y templada y revenida térmicamente con una composición química según la invención, presenta al menos en la zona de trabajo una dureza de material superior a 63 HRC, tiene una microestructura formada por martensita revenida, posee buenas propiedades de uso y una elevada resistencia en el mecanizado con arranque de
- 65

virutas. Las ventajas económicas de la aleación de acero residen en que los costes de aleación en molibdeno, wolframio y vanadio se dividen aproximadamente a la mitad.

5 A continuación, se explica con mayor detalle la invención sobre la base de un ejemplo de ejecución de la misma, que muestra herramientas con diferentes composiciones del acero, en comparación con aquellas del material HS 6-5-2 o el material DIN núm. 1.3343:

10 Unas cuchillas rotativas, bonificadas térmicamente mediante temple y un revenido triple, se testaron en funcionamiento a modo de prueba de mecanizado con arranque de virutas en una herramienta del material St33 o del material DIN 1.0035 en corte interrumpido.

La composición química y la dureza de las cuchillas rotativas se indican en las siguientes tablas 1 y 2:

15 Tabla 1

Material C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	Al	N	S	Mo+W/2	
1er HS6-5-2	0,87	0,26	0,25	3,96	4,81	6,68	1,83	-	-	0,015	8,15
2º HS6-5-2	0,90	0,21	0,34	4,19	5,20	6,56	1,90	-	-	0,009	8,48
Alea. ens. A	0,80	0,48	0,38	4,51	2,23	2,59	0,92	0,71	0,009	0,02	3,53
Alea. ens. S	0,83	0,50	0,26	4,20	2,61	2,11	1,11	1,02	0,03	0,064	3,67
20 Alea. ens. C	0,88	0,47	0,21	3,74	3,06	1,75	1,38	1,32	0,008	0,005	3,90

25 Tabla 2

Material	Dureza en HRC
1er HS6-5-2	64
2º HS6-5-2	65
Alea. ens. A	64
Alea. ens. S	65
Alea. ens. C	66

30 Hasta la retirada de las cuchillas rotativas por desgaste en funcionamiento a modo de prueba, se realizaron inspecciones de la zona de los filos cortantes, cuyos resultados se muestran en la tabla 3 de forma comparativa, si bien los valores de la aleación 1 HS 6-5-2 se han indicado respectivamente con el 100 %.

35 Tabla 3

Material	Tiempo de aplicación	Duración del filo de corte	Resistencia al desgaste por craterización
1er HS6-5-2	30%	100	100
2º HS6-5-2	30%	105	110
Alea. ens. A	30%	92	98
Alea. ens. S	30%	96	100
40 Alea. ens. C	30%	94	100
1er HS6-5-2	60%	100	100
2º HS6-5-2	60%	Rotura del filo cortante de la herramienta	
Alea. ens. A	60%	93	98
Alea. ens. S	60%	97	100
45 Alea. ens. C	60%	95	99
1er HS6-5-2	90%	100	100
2º HS6-5-2	90%	-	-
Alea. ens. A	90%	92	89
Alea. ens. S	90%	95	92
50 Alea. ens. C	90%	92	94

En muestras de la aleación de ensayo S con la denominación S 419 se llevaron a cabo análisis en comparación con el 2º HS 6-5-2, en lo concerniente a resistencia y dureza en función de la temperatura de revenido.

55 La fig. 1 muestra la resistencia (a la flexión) medida con ensayos de flexión al choque según las pautas para pruebas SEP (STAHL-EISEN-Prüfblätter) tras un temple a una temperatura de temple TH de 1200 °C o 1120 °C y un revenido en una gama de temperatura de entre 500 °C y 580 °C, o bien de entre 540 °C y 580 °C. La resistencia considerablemente más elevada del material según la invención también se debe a la reducida cantidad de carburo, del 4 % en volumen (HS 6-5-2, aprox. 10 % en volumen).

60 En la fig. 2, se muestra la dureza del material tras un temple a 1200 °C o a 1120 °C, en función de la temperatura de revenido. Con el aumento de las temperaturas de revenido por encima de los 500 °C, los valores de dureza de la aleación de ensayo se acercan por abajo a los del 2º HS 6-5-2 y alcanzan a 580 °C el mismo nivel de 65 HRC.

65

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Aleación de acero para herramientas de mecanizado con arranque de virutas, que consta básicamente de los siguientes elementos en porcentajes en peso:
- |       |   |       |       |   |           |
|-------|---|-------|-------|---|-----------|
| C     | = | entre | 0,76  | y | 0,89      |
| Si    | = | entre | 0,41  | y | 0,59      |
| Mn    | = | entre | 0,15  | y | 0,39      |
| Cr    | = | entre | 3,60  | y | 4,60      |
| 10 Mo | = | entre | 2,00  | y | 3,15      |
| W     | = | entre | 1,50  | y | 2,70      |
| V     | = | entre | 0,80  | y | 1,49      |
| Al    | = | entre | 0,60  | y | 1,40      |
| P     | = |       |       |   | MÁX. 0,03 |
| 15 S  | = | entre | 0,001 | y | 0,30      |
| N     | = | entre | 0,01  | y | 0,10      |

Resto: Fe e impurezas

- 20 2. Aleación de acero según la reivindicación 1, que contiene uno o varios elementos en una gama de concentración en porcentajes en peso de:

C	=	entre	0,80	y	0,85
Si	=	entre	0,45	y	0,55
25 Mn	=	entre	0,20	y	0,30
Cr	=	entre	4,00	y	4,39
Mo	=	entre	2,40	y	2,80
W	=	entre	1,90	y	2,30
V	=	entre	1,00	y	1,20
30 Al	=	entre	0,80	y	1,20

3. Aleación de acero según la reivindicación 1 o 2, en la que la concentración de molibdeno, más la mitad de la concentración de wolframio, presenta un valor de entre 3,3 y 4,0, preferentemente un valor de entre 3,4 y 3,9.

- 35 4. Herramienta de mecanizado con arranque de virutas compuesta de una aleación conformada y térmicamente templada y revenida según las reivindicaciones de la 1 a la 3, con una dureza de material, al menos existente en la zona de trabajo, superior a 63 HRC y una microestructura formada por martensita revenida.

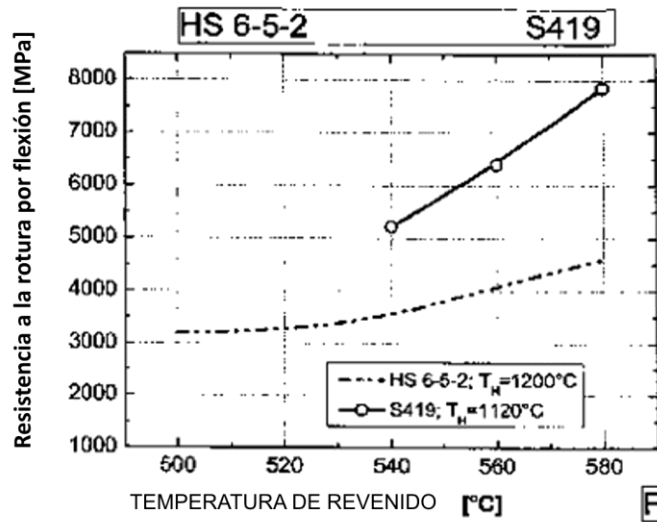


Fig. 1

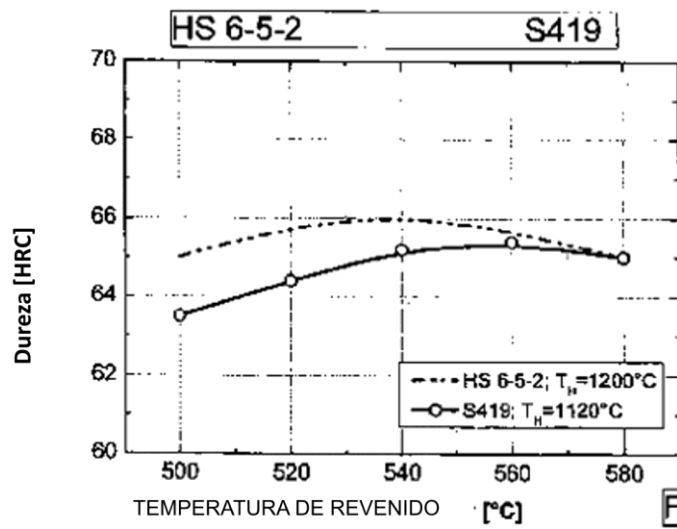


Fig. 2