



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 305 049**

51 Int. Cl.:
C22C 33/02 (2006.01)
B22F 3/15 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01890158 .7**

86 Fecha de presentación : **25.05.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1249510**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **16.10.2002**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de objetos de acero para herramientas mediante la metalurgia de polvos.**

30 Prioridad: **11.04.2001 AT A 585/2001**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **BÖHLER Edelstahl GmbH**
Mariazellerstrasse 25
A-8605 Kapfenberg, AT

72 Inventor/es: **Tornberg, Claes**

74 Agente: **Urizar Barandiarán, Miguel Ángel**

ES 2 305 049 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

Procedimiento para la fabricación de objetos de acero para herramientas mediante la metalurgia de polvos.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación mediante metalurgia de polvos de objetos de acero para herramientas con una homogeneidad mejorada, mayor pureza y mejores propiedades.

La invención hace referencia, además, a un objeto de acero para herramientas con un perfil de propiedades mejo-
10 rado.

Los aceros de herramientas con elevadas concentraciones de carbono y elevados contenidos de elementos forma-
dores de carburos se utilizan para piezas de corte y componentes con una elevada resistencia al desgaste. Como en una
solidificación de aleaciones de este tipo dentro de moldes de fundición se forman inhomogeneidades así como carbu-
ros eutécticos y primarios bastos, que dan lugar a problemas de fabricación y a unas malas propiedades mecánicas de
15 las herramientas o componentes fabricados a partir de ellas, resulta ventajosa la fabricación de tales piezas mediante
metalurgia de polvos.

Una fabricación pulvimetalúrgica comprende fundamentalmente una atomización de una masa fundida de acero
para herramientas para la obtención de polvo metálico, una introducción y compactación del polvo metálico en un
20 recipiente o una cápsula, un cerrado hermético de la cápsula y un calentamiento y prensado isostático en caliente del
polvo dentro de la cápsula para obtener un material homogéneamente denso.

Al efectuar una atomización del metal fundido, que se realiza ventajosamente con nitrógeno según el estado actual
de la técnica, se forman dentro de la corriente de gas unas pequeñas gotitas metálicas con una elevada relación de
25 superficie respecto del volumen, lo que da lugar a una elevada velocidad de enfriamiento y solidificación del metal
líquido y, consiguientemente, de pequeñas partículas de carburo en los granos de polvo. Tal y como se ha mencionado
anteriormente, se conforma a continuación el polvo, compactado en la mayoría de los casos mediante sacudidas dentro
de la cápsula, dentro de ésta mediante prensado isostático en caliente a temperaturas superiores a 1080°C por regla
general, aplicando una presión de más de 85 MPa, para obtener un cuerpo metálico completamente denso. Este cuerpo
30 metálico a-HIPed, que puede ser sometido todavía a una conformación en caliente, presenta, con un elevado contenido
de carburo, un tamaño ventajosamente pequeño del carburo que viene a ser por término medio de 1-3 μm , y unas
buenas propiedades mecánicas del material, en comparación con una fabricación metalúrgica por fusión.

Los objetos de acero para herramientas fabricados mediante metalurgia de polvos muestran ciertamente una es-
35 tructura muy ventajosa con fases finamente distribuidas de carburos; no obstante, y debido a una isotropía incompleta
del material y a un mal grado de pureza, no se puede alcanzar el elevado potencial de calidad que se puede alcanzar
en materiales PM.

La invención se ha propuesto aportar remedio a esta situación, y se ha fijado como meta el eliminar la falta de
40 calidad de los objetos PM de acero para herramientas fabricados con arreglo al estado actual de la técnica, y presentar
un procedimiento del tipo mencionado al principio, con el que se pueda fabricar un cuerpo metálico compactado
isostáticamente con una isotropía máxima del material y un contenido mínimo de inclusiones oxídicas.

La invención tiende además hacia un objeto de acero para herramientas con unas propiedades mejoradas de meca-
45 nizado y utilización, junto con un período de duración mayor.

Este objetivo se consigue gracias al procedimiento de la reivindicación 1.

Las ventajas que se obtienen con el procedimiento al que se refiere la invención se deben fundamentalmente a
50 que se mejora en primer lugar sinérgicamente de forma decisiva mediante un trabajo metalúrgico el grado de pureza
de óxidos de una masa fundida introducida en un recipiente metalúrgico y se ajusta su temperatura homogéneamente
a un valor de sobrecalentamiento ventajoso, realizándose a continuación una atomización del metal líquido de tal
forma que el diámetro medio de los granos es de 50 hasta 70 μm . De este modo se consigue que, por un lado, sea
asombrosamente pequeño el contenido de oxígeno en el polvo y, por otro lado, aumente también sustancialmente
55 la proporción de granulación fina con vistas a la consecución de una elevada compactación mediante sacudidas y
vibración dentro de la cápsula. Si se procede a continuación, tal y como se ha previsto en la invención, a clasificar el
polvo metálico, manteniendo la atmósfera de nitrógeno, a reunirlo, introducirlo en un recipiente, compactarlo dentro
del mismo y a cerrar herméticamente el recipiente, no se podrá producir ningún tipo de oxidación o fisiorción de
oxígeno en la superficie del grano de polvo.

La distribución, según la invención, de los diámetros de los granos con un valor medio en torno a 50 hasta 70 μm
60 permite alcanzar una densidad inesperadamente alta del polvo dentro de la cápsula de manera que, por un lado, resulta
pequeña la medida de contracción durante el prensado isostático en caliente y, por otro lado, se consigue una isotropía
en gran medida completa del cuerpo metálico denso compactado. Estas ventajas se consiguen también con recipientes
65 cuyas dimensiones presenten un diámetro o un grosor de más de 300 mm y una longitud de más de 1000 mm.

Los parámetros para el ciclo de prensado o compactado isostático en caliente comprenden un calentamiento del
polvo dentro del recipiente con un aumento fundamentalmente igual de la temperatura y la presión, por lo que ya

ES 2 305 049 T3

durante esta fase se alcanza, tal y como se ha indicado, un aumento de la densidad y homogeneidad del material. La operación posterior de prensado se realiza dentro de una gama de temperaturas de 1100°C hasta 1180°C con una presión de 90 MPa o superior, con un tiempo de duración de tres horas como mínimo, seguido por un enfriamiento lento del cuerpo compactado. Unas temperaturas de prensado por debajo de los 1100°C y unas presiones inferiores a 90 Mpa, así como unos tiempos inferiores de prensado o compactado pueden provocar la presencia de defectos en el material.

El cuerpo compactado muestra, tras el HIP, una estructura del material completamente densa, por lo que se puede mecanizar en este estado, o tras un tratamiento térmico, para la fabricación de una herramienta.

Para la elevada calidad del objeto de acero para herramientas fabricado mediante metalurgia de polvos con el procedimiento al que se hace referencia en la invención resulta determinante su bajo contenido de inclusiones así como el pequeño tamaño de las mismas. El elevado grado oxidico de pureza, que se documenta con un valor K0 según DIN 50 602 que es fundamentalmente de 3 como máximo, no solo da lugar a unas propiedades mecánicas fuertemente mejoradas del material en todas las direcciones de sollicitaciones, especialmente cuando las temperaturas elevadas de utilización son elevadas, sino que mejora también en gran medida sus propiedades de utilización, preferentemente la dureza del filo de herramientas de corte fino.

Un aumento especialmente relevante de la calidad del objeto se consigue, realizando su fabricación con arreglo al procedimiento al que hace referencia la invención, si la masa fundida se halla formada por una aleación a base de hierro que contenga en % de peso:

Carbono (C)	0,52	hasta	3,74
Manganeso (Mn)		hasta	2,9
Cromo (Cr)		hasta	21,0
Molibdeno (Mo)		hasta	10,0
Niquel (Ni) eventualmente		hasta	1,0
Cobalto (Co)		hasta	20,8
Vanadio (V)		hasta	14,9
Niobio (Nb) Tántalo (Ta) aislado o adicionado		hasta	2,0
Wolframio (W)		hasta	20,0
Azufre (S)		hasta	0,5

así como oligoelementos hasta una concentración total de 4,8, estando constituido el resto por impurezas y hierro. La anterior composición química del acero para herramientas comprende aceros para herramientas especialmente ricos en carburos con una elevada resistencia a la fricción y una elevada resistencia de corte de las herramientas fabricadas a partir de los mismos. Dado que una elevada proporción de carburos empeora por regla general las propiedades mecánicas del material, reviste una importancia especial su mejoramiento básico gracias al procedimiento al que hace referencia la invención. Se ha podido comprobar que estos elevados valores característicos mecánicos, especialmente la resiliencia del material, se explican sinérgicamente por el pequeño diámetro medio de los granos del polvo, una distribución homogéneamente compacta dentro de la cápsula y el elevado grado de pureza o limpieza de óxidos con una estructura isótropa del objeto prensado isostáticamente en caliente.

El grado de pureza de óxidos del metal líquido se puede mejorar de manera eficaz mediante un trabajo metalúrgico, siempre que se realice un acondicionamiento de la masa fundida dentro del recipiente metalúrgico con una corriente turbulenta inducida de la misma y con un recubrimiento completo del baño metálico mediante escoria líquida, que se calentará especialmente por medio del paso directo de corriente durante un período de 15 minutos como mínimo. Se favorecerá al respecto una evacuación de compuestos de oxígeno u óxidos desde la masa fundida y una absorción de los mismos en la escoria caliente, aumentando la eficiencia la corriente inducida del baño metálico. Resulta conocida la técnica de actuar sobre una corriente de metal líquido dentro de un recipiente metalúrgico, introduciendo gas argón de atomización a través, como mínimo, de una piedra de atomización permeable al gas situada en la zona del suelo. Es importante, no obstante, que, con el fin de evitar una reoxidación de la masa fundida, se mantenga plenamente su recubrimiento por medio de escoria líquida, incluso cuando se realicen movimientos en la masa fundida. Para evitar problemas al utilizar una piedra de atomización, por lo que respecta a la fiabilidad de una configuración de una corriente metálica eficiente y controlada, así como con el fin de evitar dificultades en la introducción del gas de agitación y atomización, teniendo en cuenta que unas cantidades de gas pequeñas tienen poca eficacia metalúrgica, en tanto que unas cantidades elevadas de gas dejan partes de la superficie de la masa fundida sin escoria, lo que puede provocar su oxidación así como el mezclado de partículas de escoria en el acero, se da preferencia a medios electromagnéticos, por ejemplo a bobinas de agitación electromagnéticas, para crear una corriente turbulenta inducida en el metal líquido. Se puede realizar también al respecto, de forma muy ventajosa, un ajuste y una distribución uniforme de la temperatura del baño metálico mediante una aportación de energía térmica en la escoria aplicada con el paso de una corriente eléctrica.

ES 2 305 049 T3

En otra configuración de la invención se ha previsto que la masa fundida acondicionada pase a través del cuerpo de una tobera del recipiente metalúrgico, introduciéndose con un diámetro de la corriente de masa fundida de 4,0 hasta 10,0 mm en una cámara de atomización, y siendo sometida en ésta a la acción de tres chorros de gas sucesivos como mínimo constituidos por nitrógeno, con un grado de pureza del nitrógeno del 99,999% como mínimo, siempre y cuando el último impacto del chorro de gas sobre la corriente de masa fundida se vea realizado por un chorro que presente una velocidad que sea, al menos parcialmente, mayor que la velocidad del sonido. Un mantenimiento del diámetro de la corriente de masa fundida y la elevada energía cinética de la acción del gas sobre la corriente de metal fundido provocan una distribución favorable de los granos y la finura deseada del polvo metálico preparado. El acondicionamiento y el ajuste de la temperatura del metal líquido dentro del recipiente metalúrgico, así como el grado de pureza del gas de atomización constituido por nitrógeno explican también el grado de pureza asombrosamente elevado o la pequeña proporción de oxígeno en el polvo y, consiguientemente, en el bloque compactado o prensado isostáticamente en caliente.

Como incluso unas proporciones pequeñas de grano grueso en el polvo metálico, especialmente al rellenar la cápsula y al compactar el polvo, pueden provocar desmezclados en el mismo, resulta ventajoso ajustar o clasificar el diámetro de los granos de polvo mediante la técnica de atomización a un valor máximo de 500 μm .

En cualquier caso se puede prever según la invención, con el fin de garantizar una distribución homogénea y aumentar la calidad del producto, que el polvo recogido en un recinto de preparación se fluidice y mezcle con nitrógeno y, manteniendo la atmósfera de nitrógeno, se introduzca en un recipiente o en una cápsula con un peso total de más de 0,5 t, compactándose por medio de sacudidas y cerrándose de forma hermética al paso de gas.

De este modo se puede garantizar que, si se introduce de forma económicamente ventajosa el polvo homogeneizado en un recipiente o en una cápsula con un diámetro o un espesor igual o mayor de 400 mm y con una longitud de 1000 mm como mínimo, adquiera homogeneidad y una densidad completa el material del bloque fabricado, aplicando los parámetros anteriormente mencionados para el ciclo de compactación isostática en caliente.

Si se introduce la cápsula rellena con polvo en estado frío en un dispositivo HIP y se realiza un calentamiento posterior de la cápsula de polvo con aplicación de una presión circundante por todos los lados, se podrá acortar, por un lado, el tiempo de calentamiento completo debido a una mayor conducción del calor y se podrá realizar una compactación previa con vistas a una isotropía del bloque prácticamente completa.

Tal y como ya se ha indicado puede resultar beneficioso en determinados casos, en apoyo de la consolidación, el realizar el calentamiento y/o la operación de prensado del polvo, aplicando una temperatura constante, uniformemente variable en su caso, oscilando en torno a un valor medio, y realizando la operación de prensado o compactación con una temperatura de 1140°C como mínimo, y de 1170°C como máximo.

Dadas las propiedades mejoradas del material resulta posible, y puede resultar especialmente ventajoso para minimizar los costes, la utilización del bloque, fabricado con la técnica de la metalurgia de polvos según la invención, en el estado as-HIPed o con una conformación mínima, realizada por razones económicas, como material previo para herramientas o partes de herramientas.

El amplio objetivo que se plantea conseguir la invención de crear un objeto de acero para herramientas con unas propiedades mejoradas de mecanizado y utilización, junto con un periodo de vida útil o utilización más amplio, se conseguirá con un objeto de acero para herramientas fabricado mediante la técnica de metalurgia de polvos, con unas propiedades mejoradas del material que está constituido por una aleación a base de hierro que contiene en %:

Carbono (C)	0,52	hasta	3,74
Manganeso (Mn)		hasta	2,9
Cromo (Cr)		hasta	21,0
Molibdeno (Mo)		hasta	10,0
Níquel (Ni) eventualmente		hasta	1,0
Cobalto (Co)		hasta	20,8
Vanadio (V)		hasta	14,9
Niobio (Nb) Tántalo (Ta) aislado o adicionado		hasta	2,0
Wolframio (W)		hasta	20,0
Azufre (S)		hasta	0,5

así como oligoelementos hasta una concentración total de 4,8, estando constituido el resto por impurezas y hierro, presentando dicho material un valor K0 de 3 como máximo, según DIN 50 062.

Los aceros para herramientas presentan un amplio espectro por lo que respecta a la concentración de los correspondientes elementos de aleación que interactúan siempre mutuamente y que han de considerarse respecto de la concentración de carbono. Unas concentraciones de carbono menores del 0,52% del peso dan lugar a una proporción más baja de carburos y/o a una menor dureza de la matriz en el estado térmicamente bonificado del acero, mientras que

ES 2 305 049 T3

unas concentraciones que superen el 3,74% del peso de carbono excluyen ampliamente la posibilidad, incluso en caso de fabricación mediante metalurgia de polvos, de utilizar el material para herramientas, a causa del perfil mecánico de sus propiedades.

- 5 Para una buena templabilidad y para las propiedades mecánicas y químicas que se pueden alcanzar en los objetos revisten una especial importancia los elementos Mn y Cr, dando lugar unas concentraciones superiores al 2% de peso de Mn y superiores al 21% de peso de Cr a una caída de los valores del material necesarios para las herramientas.

10 La elevada afinidad con el carbono de los elementos Mo, V, Nb/Ta y W genera, en proporciones adecuadas, una configuración deseable de carburos y carburos mixtos dentro de una matriz de aleación. En la secuencia de los elementos indicada anteriormente no deberían sobrepasarse, sin embargo, los valores de concentración en % de peso 10,0; 14,9; 2,0; 20,0, ya que en dicho caso no se dispondría por un lado del deseado comportamiento de bonificación y, por otra parte, no se podría alcanzar la mecanizabilidad y las propiedades mecánicas previstas para los materiales.

15 El Ni podrá estar presente en la aleación, eventualmente, sin efectos perjudiciales con una concentración de hasta un 1,0% del peso. El Co aumenta la dureza en caliente y la resistencia del filo de corte de las herramientas, aunque influye empeorando las propiedades a partir de una concentración del 20,8% del peso. Unas concentraciones de azufre de hasta un 0,5% del peso mejoran la mecanizabilidad con arranque de viruta del acero para herramientas, sin perjudicar no obstante el grado de pureza del mismo de una forma que provoque una reducción de los valores mecánicos del material.

20 Según la invención presenta el acero para herramientas un valor K0 definido según DIN 50 062 que es fundamentalmente de 3 como máximo. Este elevado grado de pureza del material no solamente ocasiona una gran mejora de las propiedades mecánicas en estado bonificado, por ejemplo una tenacidad esencialmente mayor del material, sino que se ven también mejoradas de manera determinante las propiedades de uso o utilización, especialmente la resistencia del filo de corte de herramientas de corte fino para objetos duros. Este aumento de la calidad de los objetos de acero para herramientas fabricado según la invención mediante metalurgia de polvos se debe especialmente, tal y como se ha podido constatar, a que la baja proporción de inclusiones no metálicas pequeñas y la ausencia de inclusiones no metálicas grandes minimizan la iniciación de una fisuración provocada por ellas.

30 A continuación se explica con mayor detalle la invención, basándose en resultados de investigaciones realizadas:

35 De aceros para trabajar en frío y de aceros de corte rápido con unas concentraciones de carbono C superiores al 2,2% del peso, de aproximadamente un 12,5% del peso de Cr y superiores al 4,0 & del peso de V, o bien del 1,1 hasta el 1,4% del peso de C, de aproximadamente un 4,3% del peso de Cr, aproximadamente un 5% del peso de Mo, un 3 hasta un 5% del peso de V, un 5,8 hasta un 6,5% del peso de W, hasta un 9% del peso, dado el caso, de Co y el resto hierro e impurezas, se fundieron para realizar pruebas 50 piezas de cargas de 8 t, en un recipiente metalúrgico conectado con una cámara de atomización, cubierto con una escoria reactiva, calentándose ésta por medio de electrodos con paso directo de la corriente. Dentro de un intervalo de tiempo de 15 hasta 45 minutos se realizó un acondicionamiento de la masa fundida con una agitación inductiva turbulenta de la misma, quedando siempre cubierta la superficie de la masa fundida con escoria caliente. A continuación se dejó libre un agujero del cuerpo de una tobera del recipiente metalúrgico, y se inyectaron sobre la corriente de metal líquido que penetraba en la cámara de atomización con un diámetro de 4,0 hasta 10,0 mm unos chorros sucesivos de gas constituido por nitrógeno, dirigiéndose el último chorro de gas, que sale de la tobera con una velocidad superior a la del sonido, sobre el metal líquido y descomponiéndolo en pequeñas gotas. En la cámara de atomización se realizó una solidificación de las gotitas en granos de polvo dentro de una atmósfera de nitrógeno con un grado de pureza del 99,999%. La atmósfera de nitrógeno sobre el polvo se mantuvo también durante el proceso de clasificación y recogida del mismo, extrayéndose del recipiente colector en cada caso muestras para la clasificación de las partículas de polvo.

50 Desde el recipiente colector se introdujo el polvo en un recipiente o en una cápsula de acero no aleado, efectuándose una compactación del relleno de polvo mediante vibración o sacudidas del recipiente o de la cápsula, procediéndose finalmente al cierre de la cápsula. La cápsula rellena con el polvo de aleación compactado, con un diámetro de 420 mm \varnothing y una longitud de 2000 mm se introdujo en estado frío en la instalación HIP, aumentándose al mismo tiempo la presión y la temperatura. Se realizó un prensado isostático en caliente con una temperatura de 1155°C y una presión de 105 MPa dentro de un espacio de tiempo de 3,85 horas, enfriándose lentamente a continuación el cuerpo compactado. Tras una conformación en caliente con un grado de conformación de 0,2 hasta 8,1 veces se realizó una toma de muestras a partir de las piezas de forja.

60 Las 50 muestras de polvo que se tomaron del recipiente o depósito colector, utilizando el procedimiento al que hace referencia la invención, se sometieron a un análisis granulométrico. En la Tabla 1 (reparto o distribución granulométrica del polvo metálico) se reproducen los resultados, y concretamente la correspondiente proporción media de polvo en las distintas clases de partículas, comparándolos con 92 resultados obtenidos aplicando el procedimiento usual según el estado actual de la técnica.

65

ES 2 305 049 T3

TABLA 1

Distribución granulométrica del polvo metálico, proporción de clases de partículas en el polvo met, tamaño medio de las partículas

Clase de partículas, micras	Procedimiento según la invención, proporción en %	Procedimiento según el estado de la técnica, proporción en %
0-45	31,5	12,7
46-63	20,5	9,0
64-75	8,7	5,3
76-100	11,0	9,2
101-125	7,6	9,8
126-180	9,5	14,0
181-250	6,0	13,2
251-355	3,7	12,8
355-500	1,5	14,0
Tamaño medio de partículas	61 μm	141 μm

Los polvos preparados con un procedimiento según la invención poseían un porcentaje del 52% de la cantidad total de partículas con un diámetro del grano de 63 μm y alcanzaban un porcentaje de aproximadamente el 72% hasta un tamaño del grano de 100 μm . El polvo fabricado según el estado actual de la técnica muestra por el contrario en las mismas clases unos porcentajes del 21,7% y del 36,2%. Si se compara el tamaño medio determinado de las partículas, el mismo es de 61 μm en caso de preparación del polvo según la invención, en tanto que en una fabricación de polvos realizada según el estado actual de la técnica se determinó un tamaño medio de las partículas el doble de grande con 141 μm .

En la Figura 1 (procedimiento de fabricación según la invención) y en la Figura 2 (procedimiento de fabricación según el estado de la técnica) se muestran polvos en una distribución suelta. En este estado se presentan en el polvo tomado para realizar comparaciones (estado de la técnica), tal y como se muestra en la Figura 2, zonas de desmezclado con una acumulación de granos de polvo bastos 1 y fracciones finas 2. Cuando se trata de polvos fabricados según la invención nos encontramos, por el contrario, con una amplia homogeneidad. Lo mismo se puede decir de la Figura 3 (preparación del polvo según la invención) y de la Figura 4 (polvo comparativo) según el estado de la técnica.

De 50 piezas en bruto con distinta composición química en cada caso, fabricadas según el procedimiento al que se hace referencia en la invención, se tomaron unas pruebas después de una conformación en caliente y se analizó su grado de pureza o el contenido de inclusiones no metálicas según DIN 50 062 y ASTM E 45/85 Método D. Los resultados se compararon nuevamente con resultados de 92 muestras de materiales del mismo tipo, aunque fabricados según el estado actual de la técnica, y pueden verse en la Tabla 2 (contenido de inclusiones de aceros PM para herramientas K0) y en la Tabla 4 (contenido de inclusiones de aceros PM para herramientas según valor ASTM).

Al realizar una evaluación del contenido de inclusiones en el material según DIN 50 062, Método K0, se determinaron en aceros para herramientas según la invención unos valores característicos totales de hasta 3 como máximo, con un porcentaje con este valor del 2%. Los aceros para herramientas fabricados según el estado de la técnica mostraron por el contrario, tal y como puede apreciarse en la Tabla 2, un contenido sustancialmente más elevado de inclusiones no metálicas, con un diámetro comparativamente mayor. En la Figura 5 puede verse una representación gráfica de los resultados de esta evaluación, habiéndose representado en la abscisa los valores característicos totales y en la ordenada su proporción en %. De acuerdo con ello muestra la curva A el material según la invención y la curva B un acero fabricado según el estado actual de la técnica.

Se realizó otra comprobación de la concentración o contenido de inclusiones no metálicas en aceros para herramientas fabricados mediante el procedimiento de metalurgia de polvos de acuerdo con ASTM E 45/85 Método D.

Tal y como se desprende de la Tabla 3 se determinó en 50 muestras de material fabricado según la invención (Curva A), con una cantidad de muestras de 3 y un porcentaje del 6,0%, un valor ASTM máximo de 1,5. Con un valor ASTM de 0,5 supuso el porcentaje el 68%. El material comparativo, fabricado según el estado de la técnica, mostró una concentración mayor y unas inclusiones más bastas (Curva B), lo que ha mostrado también de forma gráfica en la Figura 6, habiéndose representado de nuevo el valor ASTM sobre la abscisa y el porcentaje proporcional sobre la ordenada.

Los aceros para herramientas del tipo señalado pueden alearse con una concentración de azufre según la invención, tal y como se ha constatado sorprendentemente en las comprobaciones realizadas, del 0,5%, sin que a pesar de ello aumente sustancialmente el contenido de inclusiones no metálicas y se establezca un valor K0 según DIN mayor de 3.

ES 2 305 049 T3

TABLA 2

Contenido de inclusiones de aceros PM para herramientas K0 (DIN 50 062)

5
10
15
20
25
30
35

K0	Acero para herramientas según la invención		Acero para herramientas según el estado de la técnica	
	Cantidad de muestras	Porcentaje %	Cantidad de muestras	Porcentaje %
0	28	56,0	15	16,3
1	18	36,0	28	30,4
2	3	6,0	19	20,7
3	1	2,0	12	13,0
4			7	7,6
5			2	2,2
6			3	3,3
7			1	1,1
8				
9				
10				
11				
12			1	1,1
13			1	1,1
14			1	1,1
15			1	1,1
16				
17				
18			1	1,1
19				
20				
Suma	50	100	92	100

40
45
50
55
60
65

TABLA 3

Contenido de inclusiones de aceros PM para herramientas K0 (ASTM E 45/85 Método D)

Valores ASTM	Acero para herramientas según la invención		Acero para herramientas según el estado de la técnica	
	Cantidad de muestras	Porcentaje %	Cantidad de muestras	Porcentaje %
0,5	34	68,0	24	26,1
1,0	13	26,0	35	38,0
1,5	3	6,0	22	23,9
2,0			6	6,5
2,5			4	4,4
3,0			1	1,1
Suma	50	100	92	100

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación, mediante metalurgia de los polvos, de objetos densos, deformados o no deformados, de acero para herramientas de alta pureza con un valor K0 según DIN 50 062 que es esencialmente de 3 como máximo, en el cual se introduce una masa fundida en un recipiente metalúrgico y se la acondiciona dentro del mismo, mejorando el grado de pureza de óxidos de la misma y ajustando la temperatura a un valor superior a la temperatura de formación de precipitaciones primarias en la aleación, fabricándose a partir de dicha masa fundida, con una temperatura que se mantiene fundamentalmente constante, un polvo con un diámetro granular medio de 50 hasta 70 μm , mediante un proceso de atomización realizado con ayuda de, al menos, tres chorros de gas sucesivos utilizando nitrógeno con un grado de pureza del 99,999% N dentro de una cámara de atomización, desintegrándola en la corriente de nitrógeno y, manteniendo la atmósfera de nitrógeno, clasificando, recogiendo y mezclando el polvo con un diámetro máximo de los granos de 500 μm , introduciéndolo en un recipiente con un diámetro o un espesor de más de 300 mm y una longitud de más de 1000 mm, compactándolo dentro del mismo mediante sacudidas mecánicas y cerrando herméticamente el recipiente al paso del gas, introduciendo a continuación el recipiente lleno de polvo o la cápsula en estado frío en el dispositivo HIP y ajustando los parámetros en un ciclo de presión isostática en caliente para el recipiente o la cápsula, de forma tal que se aumenten en el proceso de calentamiento la temperatura y la presión, aplicándose en el cuerpo de polvo del recipiente o de la cápsula una presión por todos los lados de 1 hasta 40 MPa como mínimo, y realizando a continuación una operación de compresión isostática con una temperatura de 1100°C como mínimo y de 1180°C como máximo, con una presión isostática de 90 MPa como mínimo durante un período de tiempo de tres horas como mínimo, procediéndose finalmente a enfriar el cuerpo compactado HIP y, en caso dado, a la conformación posterior en caliente de dicho cuerpo compactado.

2. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la masa fundida está constituida por una aleación a base de hierro que contiene en % de peso:

Carbono (C)	0,52	hasta	3,74
Manganeso (Mn)		hasta	2,9
Cromo (Cr)		hasta	21,0
Molibdeno (Mo)		hasta	10,0
Níquel (Ni) eventualmente		hasta	1,0
Cobalto (Co)		hasta	20,8
Vanadio (V)		hasta	14,9
Niobio (Nb) Tántalo (Ta) aislado o adicionado		hasta	2,0
Wolframio (W)		hasta	20,0
Azufre (S)		hasta	0,5

así como oligoelementos hasta una concentración total de 4,8, estando constituido el resto por impurezas y hierro.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que se realiza un acondicionamiento de la masa fundida dentro del recipiente metalúrgico en una corriente turbulenta, inducida, de la misma, preferentemente con ayuda de medios electromagnéticos, y con un recubrimiento completo del baño metálico con escoria líquida que se calienta especialmente mediante el paso directo de una corriente durante un período de tiempo de 15 minutos como mínimo.

4. Procedimiento según las reivindicaciones 1 hasta 3, en el que la masa fundida se introduce, a través del cuerpo de una tobera del recipiente metalúrgico, con un diámetro del flujo de la masa fundida de 4,0 hasta 10,0 mm en una cámara de atomización y se inyecta en ella con ayuda de tres chorros sucesivos de gas constituido por nitrógeno, teniendo en cuenta que la última inyección de la corriente de masa fundida se realiza por medio de un chorro de gas que presenta, al menos parcialmente, una velocidad superior a la velocidad del sonido.

5. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 hasta 4, en el que el diámetro de los granos de polvo se ajusta o clasifica, por medio de una técnica de atomización, a un valor máximo de 500 μm .

6. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 hasta 5, en el que el polvo recogido en un espacio de preparación se fluidiza y mezcla por medio del nitrógeno y se introduce, manteniendo la atmósfera de nitrógeno, en un recipiente o en una cápsula con un peso total de más de 0,5 t, se compacta por medio de sacudidas mecánicas y se cierra de manera estanca al paso de gas.

7. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 hasta 6 en el que el polvo se introduce en un recipiente o una cápsula con un diámetro o un espesor igual o mayor de 400 mm y una longitud de 1500 mm como mínimo.

8. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 hasta 7, en el que el calentamiento y/o la operación de compresión del polvo se realiza aplicando una temperatura constante, que varíe eventualmente de forma regular, oscilando en torno a un valor medio, y la operación de compresión se realiza a una temperatura de 1140°C como mínimo y de 1170°C como máximo.

ES 2 305 049 T3

9. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 hasta 8, en el que el bloque fabricado mediante metalurgia de polvos se utiliza en el estado AS HIPed o, con una conformación muy pequeña que haya de realizarse por razones económicas, como material previo para herramientas o partes de herramientas.

5 10. Objeto de acero para herramientas fabricado mediante metalurgia de polvos con unas propiedades del material mejoradas, que se fabrica preferentemente con un procedimiento según las reivindicaciones anteriores, constituido por una aleación a base de hierro que contiene en % de peso:

10	Carbono (C)	0,52	hasta	3,74
	Manganeso (Mn)		hasta	2,9
	Cromo (Cr)		hasta	21,0
	Molibdeno (Mo)		hasta	10,0
15	Níquel (Ni) eventualmente		hasta	1,0
	Cobalto (Co)		hasta	20,8
	Vanadio (V)		hasta	14,9
	Niobio (Nb) Tántalo (Ta) aislado o adicionado		hasta	2,0
20	Wolframio (W)		hasta	20,0
	Azufre (S)		hasta	0,5

así como oligoelementos hasta una concentración total de 4,8, estando constituido el resto por impurezas y hierro, presentando dicho material de alta pureza un valor de 3 como máximo según DIN 50 062 o un valor ASTM de 1,5 como máximo según ASTM E 45/85 Método D.

11. Objeto fabricado mediante metalurgia de polvos según la reivindicación 10, constituido por un material que presenta un contenido de inclusiones - según el procedimiento K0 de DIN 50 062 - superior al 80% por lo que respecta al total de los valores característicos 1 y 0.

30 12. Objeto fabricado mediante metalurgia de polvos según la reivindicación 10, constituido por un material que presenta un contenido de inclusiones - según el procedimiento K0 de DIN 50 062 - superior al 50% para el valor característico 0.

35 13. Objeto fabricado mediante metalurgia de polvos según la reivindicación 10, constituido por un material que presenta un contenido de inclusiones - según ASTM E 45/85 Método D - superior al 90% por lo que respecta al total de los valores ASTM de 0,5 y 1.

40 14. Objeto fabricado mediante metalurgia de polvos según la reivindicación 10, constituido por un material que presenta un contenido de inclusiones - según ASTM E 45/85 Método D - superior al 60% para el valor ASTM de 0,5.

45

50

55

60

65

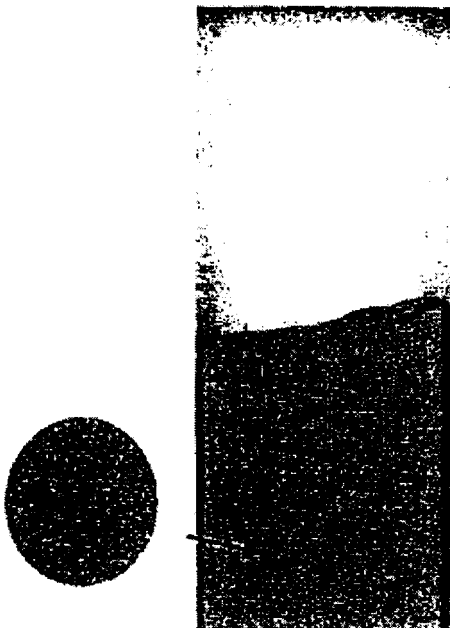


Fig. 1

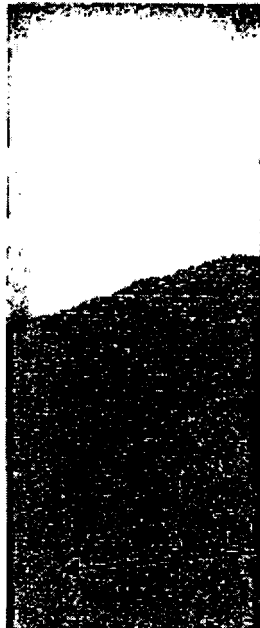


Fig. 2

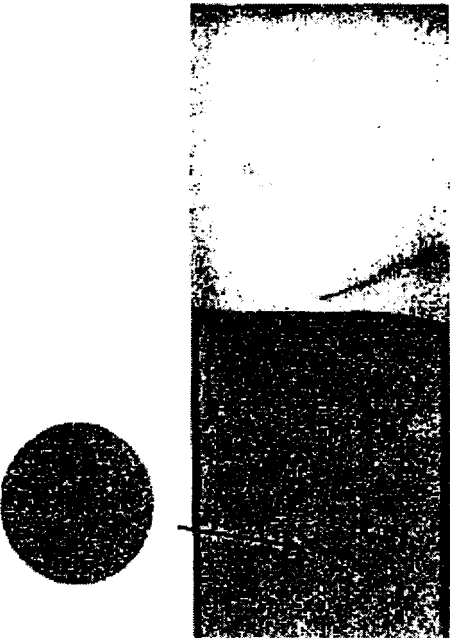
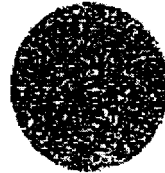
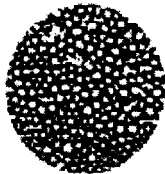


Fig. 3

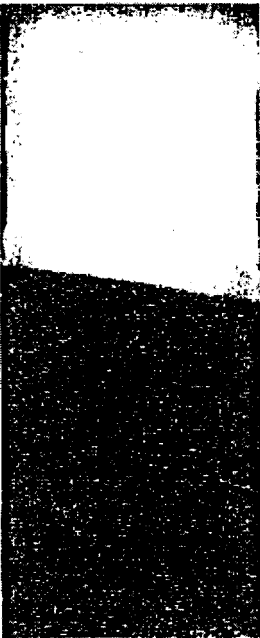
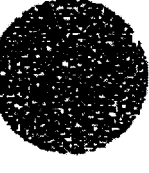
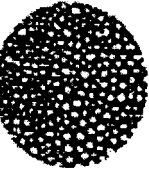


Fig. 4



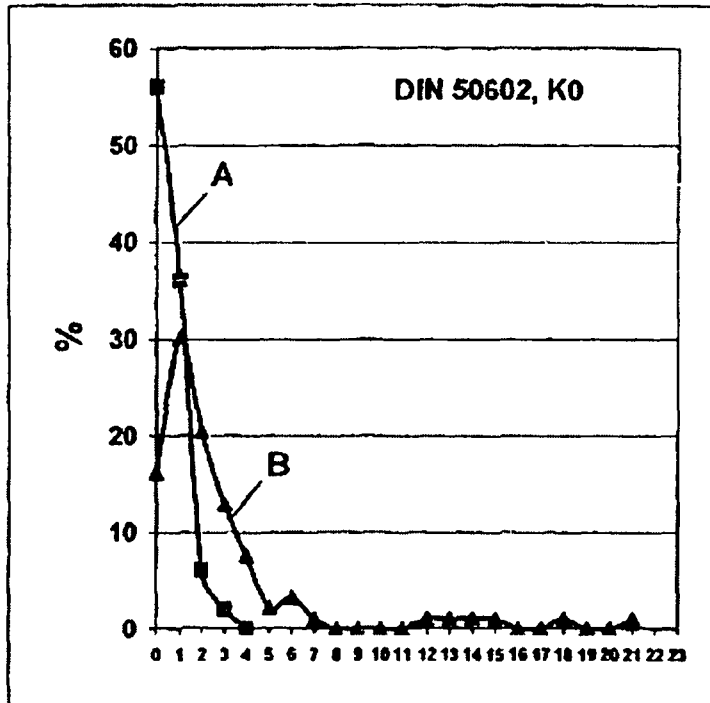


Fig. 5

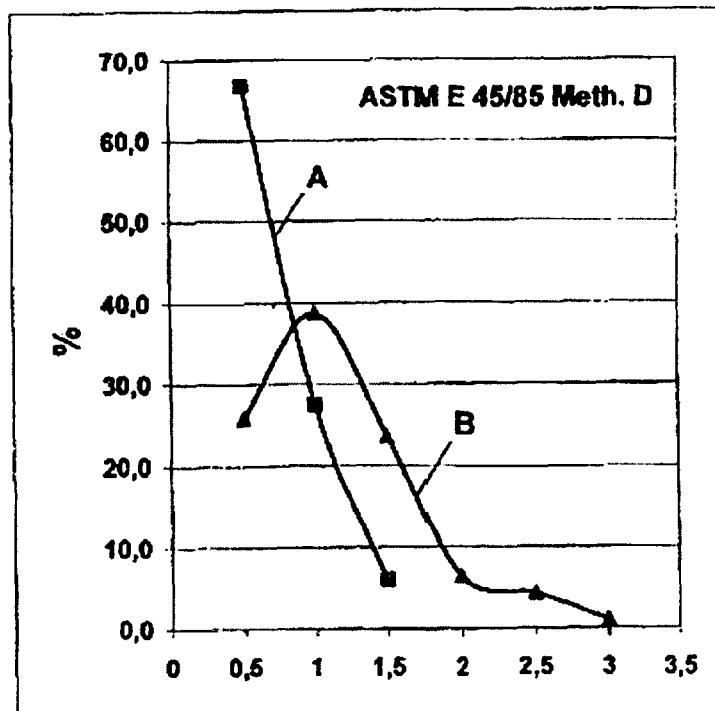


Fig. 6