

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10 ES	11 21	NUMERO <b>467692</b>	10 A1
		22 FECHA DE PRESENTACION	

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

**PATENTE DE INVENCION**

A1 467.692 790901 C22C 29/00

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
77/1419	9 Marzo 1977	Sudafrica
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B22F	
64 TITULO DE LA INVENCION		
"Procedimiento para la fabricación de cuerpos metálicos resistentes al desgaste y duros".		
71 SOLICITANTE (S)		
SINTERMETALLWERK KREBSÖGE GmbH.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
D-5608 Krebsöge, (Alemania)		
72 INVENTOR (ES)		
Karl Schrittwieser.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
Carlos Fernández Candelas		

Este invento se refiere a la producción de cuerpos metálicos duros a partir de polvos metálicos.

Más particularmente, el invento concierne a cuerpos metálicos de alta dureza y que tienen elevada resistencia al desgaste, la cual puede estar combinada con elevada resistencia mecánica o con buena resistencia a la corrosión o con elevada resistencia al calor, o con cualquier combinación de estas características.

Los cuerpos metálicos más duros producidos a escala comercial para procesos de mecanización, operaciones de perforación y taladro y otras aplicaciones, en que es necesaria elevada resistencia al desgaste, son carburos metálicos cementados. El más común de estos es el carburo de wolframio que a veces es combinado con otros carburos tales como los de titanio, cromo, tántalo y otros. Estos materiales son costosos en su fabricación y, cuando es posible, son reemplazados frecuentemente en la industria por aceros rápidos y (estelitas). Estos últimos materiales han encontrado otras aplicaciones en la industria y no tienen interés directo. Toda vez que son carburos sólo pequeños pero duros en una matriz más blanda su macrodureza está limitada a aproximadamente 68 en la escala Rockwell "C".

Los bururos metálicos son un grupo de materiales que son muy duros y comparables con los carburos, nitruros y óxidos, y es sabido utilizar polvos o pastas de boruración para obtener cuerpos con una muy elevada dureza superficial. Los polvos de boruración son polvos que contienen

boro y particularmente carburo de boro, que cuando son -  
sinterizados con metales apropiados forman boruros. El  
proceso de endurecimiento superficial se efectúa por un  
mecanismo de difusión. Este proceso implica difundir bo-  
5 ro dentro de la superficie de un cuerpo metálico llevan-  
do el compuesto de boruración a íntimo contacto con la -  
superficie que ha de ser endurecida, y luego permitiendo  
que tenga lugar difusión, con lo cual se forman varias -  
fases de boruros metálicos. El boro se difunde usualmen-  
10 te hasta una profundidad de 500 micras, aunque se pueden  
alcanzar profundidades mayores. La capa así producida -  
puede exhibir durezas del orden de DR<sub>C</sub> 90 (dureza Rock-  
well C) de 90, dependiendo de la matriz y de su trata-  
miento.

15 ' El procedimiento del presente invento crea la -  
fabricación de cuerpos metálicos resistentes al desgaste  
y duros, mezclando polvos metálicos normales obtenidos de  
la producción convencional por pulvimetalurgia, con boro  
o con un material productor de boro y si es necesario  
20 un activador para el boro, consolidar la mezcla a una -  
elevada densidad en un molde y sinterizar el material -  
consolidado. Las características del procedimiento del  
presente invento pueden verse en las reivindicaciones 1  
a 9.

25 Se ha encontrado que la dureza del cuerpo puede  
ser controlada mediante control de la cantidad de polvo  
de boruración añadido, de la temperatura de sinteriza -

ción y de la duración del tiempo en que es mantenida la temperatura de sinterización. Se pueden producir de este modo cuerpos que tienen durezas adaptadas a los deseos.

Los cuerpos duros pueden ser utilizados para una  
5 variedad de finalidades. En particular, los cuerpos duros pueden ser utilizados tal como puede verse en las reivindicaciones 10<sup>a</sup> a 13<sup>a</sup>.

La producción de un cuerpo duro, resistente al  
desgaste, dependerá, en lo que concierne a la elección de  
10 materiales, de la utilización a la que ha de ser aplicado el cuerpo. El material de base debe ser escogido para proporcionar las propiedades requeridas en el cuerpo finalmente aleado. Materiales que encontrarán amplia utilización son hierro, cromo, níquel y cobalto, pero pueden uti  
15 lizarse otros metales, tales como platino y osmio, para acomodarse a condiciones de trabajo particularmente severas. Los polvos utilizados deben proporcionar una buena compresibilidad de manera que se pueda alcanzar una elevada densidad en bruto (estado no cocido) con compresión  
20 en frío y han manifestado ser satisfactorios polvos que tengan un tamaño de partículas de 400 micras.

El material de boruración puede ser convenientemente cualquier sustancia que contenga boro, que sea inestable a la temperatura de difusión en la presencia de  
25 un catalizador (es decir ciertos halogenuros), provocando de esta manera la difusión del boro elemental dentro de la superficie del material que ha de ser tratado.

También es preferible, particularmente cuando no se utiliza presión isostática, consolidar el polvo en el molde para utilizar un lubricante para matrices tal como cera, estearatos o ácido esteárico en cantidades hasta de 2% del peso de los polvos introducidos en el molde.

Para realizar el procedimiento, el material en forma de polvo productor de boro es utilizado en el margen hasta de 25% en peso del polvo metálico y el peso de activador está entre 2% y 30% del peso del material productor de boro. El endurecimiento es dependiente del grado de borureación que se logra y de este modo la dureza puede ser producida selectivamente para cumplir los requisitos del artículo particular producido.

El polvo y las proporciones seleccionadas de agente productor de boro y de activador son mezclados a fondo y luego introducidos en el molde. La mezcla es sometida a una presión hasta de  $10 \times 10^6$  MPa para obtener el grado deseado de consolidación. Esto puede efectuarse en un molde normal mediante presión axial o, cuando se han de producir artículos grandes tales como tubos o placas y similares, puede utilizarse la consolidación isostática del material. De esta manera se puede alcanzar una densidad en bruto mayor de 80% de la densidad teórica. Esta elevada densidad comunica a la pieza consolidada una resistencia mecánica en bruto suficiente para permitirle ser mecanizada en una extensión limitada sin ninguna dificultad debido a que la matriz está en un estado blando -

después del ciclo de difusión.

El artículo consolidado es luego sinterizado. La sinterización proporciona la aglutinación de las partículas entre sí, así como la homogeneización de la aleación. La temperatura oscila entre 900 y 1.300°C, y está relacionada con la composición de la aleación. La sinterización se lleva a cabo hasta durante 6 horas bajo una atmósfera protectora. Ayudado por el activador, el material de boruración, por ejemplo el  $B_4C$ , reacciona con las partículas metálicas por difusión y de este modo tiene lugar homogeneización. Dependiendo, por ejemplo, del sistema de boro, la concentración de boro en hierro exceda durante la sinterización la concentración estequiométrica del punto eutéctico, de manera que se establece temporalmente una fase líquida que acelera importantemente el proceso de difusión y produce una densificación adicional.

Cuando se necesitan cuerpos que tengan incluso rendimientos mayores, se puede utilizar la compresión en caliente conocida en pulvimetalurgia. Esto se lleva a cabo según el procedimiento normal con presión axial con temperaturas de 800 a 1000°C o según el procedimiento de compresión isostática en caliente.

La dureza de los materiales logrados excede de 80 Rockwell C, con microdurezas de 2.000 Vickers (DVO, 1) y mayores para una gran cantidad de partículas en la estructura. La resistencia a la tracción llega a 200 hasta 800 MPa, dependiendo de la composición de la aleación.

Pueden lograrse materiales de aleaciones de hierro utilizando, por ejemplo, polvos de hierro con 2 a 20% de níquel y/o 1 a 6% de manganeso y/o 2 a 18% de cromo, alternativamente con menores adiciones de cobre, cobalto, titanio, molibdeno, wolframio y/o vanadio.

También, polvos metálicos tales como cobalto o níquel, por ejemplo, pueden tener partículas abrasivas, - incluso más duras, de materiales tales como diamante o nitruro de boro cúbico, empotradas en ellos. Esto permite - obtener útiles de corte para materiales muy duros.

Se ha de entender, no obstante, que pueden ser tratados similarmente metales distintos de los específicamente mencionados, y en particular metales raros, tales como platino, uranio y osmio, permitiendo de este modo - que las características físicas inherentes de estos metales se utilicen ahora en aplicaciones que antes no eran posibles.

Se ha de hacer mención particular a un artículo compuesto que puede ser obtenido de la sinterización de platino borurado y diamante. Cojinetes a base de esta mezcla podrían ser utilizados en estado sumergido en ácidos calientes y altamente corrosivos, cuando haya de lograrse una larga duración en servicio. El noble platino ha sido hasta ahora demasiado blando para proporcionar - la resistencia mecánica necesaria a tales artículos.

#### EJEMPLOS

Nº 1. Un polvo de hierro altamente compresible, por ejem-

pló ASC 100.29 fue mezclado con 10% de níquel, 2% de cobre, 8% de carburo de boro,  $B_4C$  y 1% de  $KBF_4$  y 1,2% de Acrawax (todo ello en porcentaje en peso) en un mezclador de doble cono durante media hora, se consolidó a una baja presión a la forma de una barra de probeta y se sinterizó a  $1.080^{\circ}C$  durante 2,5 horas en vacío.

La barra tenía:

1. una densidad de 94% del valor teórico;
2. una dureza de 74 Rockwell "C";
- 10 3. una resistencia a la rotura en sentido transversal de  $250 N/mm^2$ ; y
4. una elevada resistencia al desgaste comprobada en un ensayo de tratamiento con chorro de arena en comparación con componentes endurecidos por tratamientos superficiales convencionales, por ejemplo nitruración, carburación, etc.

Nº 2. Un polvo de hierro altamente compresible fue mezclado con 5% de Mo, 7% de Cr, 2,5 de VC; 7% de  $B_4C$  y 1% de  $KBF_4$ . La mezcla fue sometida isostáticamente a una presión de 6.000 MPa para formar un tubo de 200 mm de diámetro interior y 400 mm de longitud, con un espesor de pared de 20 mm. La sinterización se efectuó a  $1.120^{\circ}C$  en vacío con pequeñas adiciones de nitrógeno durante 3 horas dando como resultado:

- 25 1. una densidad de 98% del valor teórico;
2. una dureza Rockwell "C" de 76 a 78;
3. una resistencia a la tracción de  $300 N/mm^2$ ; y
4. excelente resistencia al desgaste comprobada en un en-

sayo de tratamiento con chorro de arena como anteriormente.  
Nº 3. La mezcla del Ejemplo Nº 1 fue sometida a una presión de 400 MPa calentada a 950°C y forjada para formar una barra que tenía una densidad de 98% del valor teórico. Luego la pieza fue homogeneizada durante una hora bajo vacío a 1.050°C.

La barra tenía:

1. una dureza Rockwell "C" de 86;
2. una resistencia a la tracción de 650 MPa; y
3. excelente resistencia al desgaste comprobada en un ensayo de tratamiento con chorro de arena.

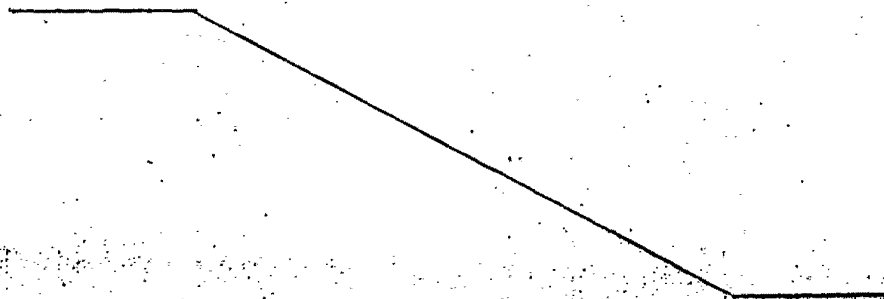
Nº 4. Se preparó la siguiente mezcla en forma de polvo (todo ello en porcentajes en peso):

- 80% de partículas de diamante;
- 4% de  $B_4C$ ;
- 1% de  $KBF_4$ .

La mezcla fue colocada en un molde que definía un segmento de sierra y fue consolidada en frío para formar una densidad de aproximadamente 90% de la densidad teórica. La mezcla consolidada en el molde fue sinterizada a 800°C durante un período de 30 minutos. Se recuperó del molde un segmento de sierra que consistía en partículas de diamante empotradas en una matriz de cobalto que tenía una dureza Rockwell "C" de 75.

Nº 5. Se produjo un segmento para un trépano sacatestigos de arranque de mineral, de la siguiente manera. Cobalto en forma de polvo se mezcló con alrededor de 4% en

peso de un polvo de boruración comercialmente disponible, Degussa "G27". La mezcla fue calentada a una temperatura de alrededor de 900°C y esta temperatura fue mantenida durante aproximadamente 60 minutos. Luego el polvo borurado fue mezclado con partículas de diamante. Las partículas de diamante constituían alrededor de diez por ciento en volumen de la mezcla. La mezcla que contenía diamante fue colocada en un molde apropiado y sinterizada a una temperatura de 950°C. Se recuperó del molde un segmento, del que se encontró que tenía una dureza Rockwell "C" de 60 a 95. Esta era mucho más duro y más tenaz que un segmento similar producido de la manera convencional sin la etapa de boruración en que la dureza Rockwell B se encontró que era de aproximadamente 90 a 100 (que es de alrededor de 8 a 10 en la escala Rockwell C). Además, la utilización de un cobalto borurado permitió que tuviera lugar la sinterización a una baja temperatura de 950°C. Para lograr la misma dureza de aglutinación sin utilizar cobalto borurado, es necesario utilizar otros metales que puedan ser sinterizados sólo por encima de 1.030°C, a las cuales temperaturas el diamante sintético tiende a grafitizarse.



- REIVINDICACIONES -

1.- Procedimiento para la fabricación de cuerpos metálicos resistentes al desgaste y duros que comprende - mezclar polvo metálico y un agente de boruración en forma de polvo, disponer la mezcla en un molde, y consolidarla, - así como sinterizar el cuerpo así formado a temperaturas de 700 a 1.300°C bajo una atmósfera protectora, caracterizado - por utilizar boro y/o carburo de boro y/o boruro de titanio como agente de boruración en una cantidad hasta de 25% en peso del polvo metálico, y consolidar la mezcla a una densidad de al menos 80% del valor teórico.

2.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado por añadir a la mezcla un activador de boruración en forma de polvo, a saber ciertos halogenuros, en una cantidad hasta de 30% en peso de agente de boruración.

3.- Procedimiento, según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por una mezcla en que las partículas no tienen un tamaño no mayor de 400 micras ni menor de 50 micras.

4.- Procedimiento, según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por agregar un lubricante para matrices a la mezcla en una cantidad entre 0,5% y 1,5% en peso.

5.- Procedimiento, según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado por someter a la mezcla axialmente, en estado caliente o en frío, a con-

solidación bajo presiones entre 400 y 1.200 MN/m<sup>2</sup>.

5 6.- Procedimiento, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por someter isostáticamente a la mezcla, en estado caliente o frío, a consolidación bajo presiones entre 400 y 1.200 MN/m<sup>2</sup>.

10 7.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado por un polvo metálico que consiste en más de 70% de hierro, 2 a 20% de níquel, 2 a 20% de cromo y 1 a 10% de molibdeno y pequeñas adiciones de cobre, vanadio y/o wolframio.

8.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado por un polvo metálico que consiste en al menos 30% de níquel y hasta 70% de mezclas de cobre, cobalto, molibdeno, wolframio y cromo.

15 9.- Procedimiento, según reivindicaciones anteriores, caracterizado por añadirse partículas abrasivas tales como diamante y/o nitruro de boro cúbico antes y/o después de que sea borurado el polvo metálico.

20 10.- Procedimiento según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las partículas abrasivas, tales como diamante o nitruro de boro cúbico se agregan a una matriz aglutinante de metal, que consiste al menos en 50% en peso en cobalto, que es distribuida uniformemente en la matriz.

25 11.- Procedimiento, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se produce una matriz aglutinante de metal, que consiste en lo esencial sólo en co-

balto y boro en la forma de boruros de cobalto, empleándose se boro en una cantidad de 0,5% en peso de la matriz y agregándose un contenido de partículas abrasivas de 5 a 15% en volumen del cuerpo.

5            14.- "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE CUERPOS METALICOS RESISTENTES AL DESGASTE Y DUROS".

Tal como se describe y reivindica en la presente Memoria Descriptiva que consta de doce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 9 Marzo 1978

