



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con las disposiciones que figuran en el Reglamento de Patentes y según el contenido de la solicitud como la adjunta.

ES	11	NÚMERO	459868	10	A 1
FECHA DE PRESENTACION			17 JUN. 1977		

20 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NÚMERO	32 FECHA	33 PAIS
P 26 27 329.0	18.6.76	República Federal Alemana.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C22C / F02F	
54 TITULO DE LA INVENCION		
PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACION DE HIERRO AUSTENITICO ALEADO.		
71 SOLICITANTE (S)		
MAHLE GMBH.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Fragstrasse 26-46, 7000 Stuttgart 50, República Federal Alemana.		
72 INVENTOR (ES)		
Hans Jürgen KOHNERT, Herbert SMETAN.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
GOMEZ-ACEBO		

Mediante la invención se ha de crear un hierro colado austenítico con las siguientes propiedades:

- a) coeficiente de dilatación térmica entre  $16,0 \times 10^{-6}$  y  $21,0 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{grd}}$  a  $20-100^{\circ}\text{C}$ ,
- 5 b) buenas propiedades de desgaste y valores de resistencia y esto correspondiente a GGL - NiCuCr 15 6 2 (DIN 1694)
- c) buena ligadura intermetálica con aleaciones de aluminio con resistencias de ligadura superiores a  $50 \text{ N/mm}^2$
- 10 d) las siguientes propiedades de elaboración: Las fuerzas de corte principales estáticas y dinámicas deben encontrarse en una zona conocida por GGL-NiCuCr 15 6 2 ó bien sólo ligeramente por encima. Asimismo no deberá encontrarse esencialmente por encima la proporción de inclusiones duras (carburos) para poder mantener en una elaboración mecánica tiempos de estancia en la herramienta similares,
- 15 e) buena capacidad de colada, debiéndose cumplir en GGL-NiCuCr 15 6 2 las siguientes exigencias: La tendencia a la formación de oclusiones, la tendencia a la formación de una piel de óxido, la capacidad de fluidez y la tendencia a la irradiación blanca deberán encontrarse en una zona ya conocida por el
- 20 GGL-NiCuCr 15 6 2. En especial se deberá poder elaborar la aleación por colada centrífuga,
- 25 f) suficiente estabilidad austenítica, es decir, la aleación no deberá presentar después de un tratamiento térmico de como mínimo 300 horas a  $300^{\circ}\text{C}$  fases de descomposición austeníti-

5 ca. Además, la aleación no deberá demostrar ninguna descomposición austenítica durante unos tratamientos térmicos más breves a temperaturas altas (hasta 8 horas a 500°C) y durante la constitución de una capa de aluminita de hierro, así como durante el proceso de colada.

10 Una aleación de éstas es adecuada, por ejemplo, excelentemente para una pieza, que total o parcialmente sea colada, recalada o prensada en un material de metal ligero. Bajo un material ligero se ha pensado aquí especialmente en aluminio y sus aleaciones. Un material especialmente ventajoso lo representa la aleación, por ejemplo, para refuerzos de ranuras anulares (por así llamados soportes anulares) en émbolos de metal ligero para motores de combustión. Tales soportes de anillo son bien colados o introducidos a presión en los émbolos y deben garantizar con máximas sollicitudes un asiento firmemente seguro en el material de metal ligero.

15 Las aleaciones correspondientes a las exigencias indicadas inicialmente son en sí conocidas por el actual estado de la técnica.

20 Como ejemplo sea aquí mencionado, indicado a continuación como aleación A, el GGL-NiCuCr 15 6 2, de la composición

2,4 - 2,8 % C,	1,8 - 2,4 % Si,	1,0 - 1,4 % Mn
13,5 - 17,0 % Ni,	1,0 - 3,0 % Cr,	5,0 - 7,0 % Cu

5

Esta aleación tiene, sin embargo, la desventaja de que debido a su proporción en Ni relativamente alta es relativamente costosa. Lo mismo vale también para la aleación conocida por la patente británica 558 182, cuya proporción en Ni se encuentra en un 8 %, con respecto a la finalidad de aplicación de la presente invención hasta en como mínimo un 12 %.

10

Por esta razón ya se han propuesto anteriormente aleaciones alternativas con un contenido en Ni más bajo. Así, en la patente alemana 683 699. Aquí se trata de un hierro colado austenítico, a continuación denominado como aleación B, de la siguiente composición:

15

2,5 - 3,5 % C,  
2,0 - 5,0 % Si  
4,0 - 12,0 % Mn  
1,5 - 8,0 % Ni  
0,0 - 10,0 % Co

20

Mayor importancia ha logrado, entre otros, también como material de soporte de anillo en émbolos de metal ligero, el siguiente material comprendido en estos márgenes de aleación, a continuación denominado C, de la composición:

25

2,7 - 3,2 % C  
2,7 - 3,9 % Si  
9,5 - 12 % Mn  
<0,008 % S  
0,2 - 0,4 % Cr  
5,0 - 6,0 % Ni  
<0,3 % Cu

Este material tiene las siguientes propiedades:

Dureza: 170 - 220 kp/mm<sup>2</sup> HB 30/5

Resistencia a la tracción: 180 - 220 N/mm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad : 100.000 - 120.000 N/mm<sup>2</sup>

5 Coeficiente de dilatación térmica

25 - 100°C : 17,5 x 10<sup>-6</sup> 1/°C

25 - 200°C : 18,6 x 10<sup>-6</sup> 1/°C

25 - 300°C : 19,1 x 10<sup>-6</sup> 1/°C

25 - 400°C : 19,3 x 10<sup>-6</sup> 1/°C

10 Peso específico: 7,4 p/cm<sup>3</sup>

Conductibilidad térmica: 0,05 cal/cm x sec x °C.

Especialmente en el empleo como un elemento insertado en un metal ligero, tal como, por ejemplo, en un soporte de anillo, tiene este material las siguientes desventajas:

15 Alta dureza y, resultante de esto, altos esfuerzos de corte en la mecanización; alto desgaste de herramientas debido a grandes cantidades de componentes estructurales duros (contenidos en cementita hasta aproximadamente un 5 % son permisibles).

20 Esto se demuestra, ante todo, en una comparación directa con la aleación A.

	Aleación A	Aleación C	
	Dureza HB 30	120 - 160	170 - 220 kp/mm <sup>2</sup>
	Resistencia a la tracción	145 - 180	180 - 220 N/mm <sup>2</sup>
	Desarrollo de grafito	Tipo A (E) 4+5	tipo A+B según ASTM 3-5
5	Estructura básica	Austenita; Cantidad de carburo hasta un 2 %	Austenita; Cantidad de carburo hasta un 5 %

10 El cometido de la invención de la patente consiste en crear una aleación con un contenido en Ni más reducido con respecto a la aleación A y propiedades, tal y como se han indicado anteriormente bajo a - f.

Mediante la reducción del contenido en Ni se ha de abaratar el material, lo que vale especialmente en comparación con la aleación A y aquella según la patente británica 558 182.

15 Este cometido se soluciona según la presente invención con composiciones de aleación según las reivindicaciones 1 a 4 y aquí en forma especialmente favorable según las composiciones de las reivindicaciones 2 y 3.

20 Según la presente invención es importante, ante todo, que el contenido en níquel se seleccione tan bajo, de manera que su disminución represente un verdadero ahorro de cos-

tas con respecto a las aleaciones comparables y que, sin embargo, se cumplan totalmente las exigencias impuestas según la presente solicitud al hierro fundido.

5                    Respecto a la composición de las aleaciones según  
la reivindicación 2 con un contenido en níquel entre 0,1 y  
6 %, se ha observado que la disminución aquí efectuada del  
contenido en níquel sin modificar las proporciones de los demás  
componentes de la aleación podría conducir a una estabilidad  
austenítica más reducida del hierro fundido. Mediante  
10 el contenido mínimo más alto en Mn indicado, esto, se podría  
en caso dado compensar. Una mayor proporción de Mn implica,  
sin embargo, de nuevo una mayor tendencia a una solidificación  
blanca indeseada. Por el contrario, se puede lograr una solución  
mediante el mayor contenido indicado en Cu y una reducción  
15 del límite superior del contenido en Cr.

                  En la composición de la aleación según la reivindi-  
cación 3 se da valor especial a una buena colabilidad. Para  
ello se reduce el contenido en Al a un máximo de un 2 %. Para  
que no se presente una indeseada solidificación blanca en la  
20 aleación, se optima el contenido en Ti a 0,05 hasta 0,3 % .  
La solidificación blanca es indeseada, ya que de esta manera  
se empeora la elaborabilidad de la aleación. Mediante la op-  
timación indicada del contenido en Ti se desprende un conteni-  
do en Cr, que se ha de encontrar por debajo de un 0,08 %.  
25 Debido al bajo contenido en Al se precisa, para mantener el

comportamiento de solidificación gris (debido a una buena elaborabilidad), también una ulterior optimación de los elementos Ni, Cu y Si. Para lograr una buena colabilidad y elaborabilidad de la aleación se ha elevado también el límite inferior de C.

5

La reivindicación 4 refleja una aleación, que está optimada para el uso exclusivo del hierro colado austenítico en soportes de anillo para émbolos de metal ligero.

Un material con la composición de aleación según esta reivindicación 4 tiene, por ejemplo, las siguientes propiedades mecánicas:

10

Resistencia a la tracción	150 - 310 N/mm <sup>2</sup>
Límite de estirado	125 - 250 N/mm <sup>2</sup>
Alargamiento a la rotura	1,0 - 2,0 %
Dureza HB 30	120 - 180 kp/mm <sup>2</sup>

15

Sobre la estructura se pueden hacer las siguientes indicaciones: La estructura se puede comparar en su desarrollo con la de la aleación A. En la matriz austenítica se han incluido pocos carburos en distribución igualada. El desarrollo de grafito se puede ordenar según la directriz ASTM en el tipo A (E) magnitud 4-5. En la muestra comprobada se había tratado la aleación antes de su colada con un agente inyetable conteniendo un 0,3 % de Ca. Según el medio inyetable y la técnica, se pueden ajustar conforme a las exigencias también otras formas de desarrollo de grafito, tales como, por

20

25

ejemplo, grafito esférico.

Como ulteriores características del material se pueden indicar:

	Módulo de elasticidad	75.000-110.000 N/mm <sup>2</sup> (medido dinámicamente)
5	Dilatación térmica (20 - 100°C)	16,5-17,5 x 10 <sup>-6</sup> $\frac{m}{m \text{ grd}}$
	Conductibilidad térmica	0,065-0,070 Kcal/cm sec grd
	Peso específico	6,9 kg/cm <sup>2</sup>
	Resistencia a la presión	1200 - 1500 N/mm <sup>2</sup>

10 Respecto a los componentes de la aleación esencialmente influenciadores de las propiedades deseadas del material, se puede indicar, en detalle, lo siguiente:

Aluminio:

15 El Al se agregó, en primer lugar, debido a su efecto fuertemente grafitizante para desplazar la mayor formación de carburo, que se inicia normalmente en aproximadamente un 6 % de Mn a mayores contenidos en Mn. Un efecto grafitizante se podría lograr también mediante una mayor adición de Si. En comparación con el correspondiente aditivo de Al esto conduciría, sin embargo, a una estabilidad austenítica empeorada. 20 Esto se debe a un efecto fuertemente ferritizante simultáneo del Si, que aumenta las temperaturas de la transformación eutéctica.

Manganeso:

Al faltar, o con reducido contenido en Ni asegura

la adición de Mn la estabilidad austenítica suficiente necesaria. Mediante el contenido en Mn fijado según la presente invención se obtiene un cierto óptimo con respecto a las propiedades mencionadas inicialmente bajo a - f.

5

Níquel:

El contenido en Ni indicado es, en primer lugar, importante para las propiedades de elaboración de la aleación; en caso contrario se podría mantener más reducido el contenido en Ni.

10

Cobre:

El margen de Cu según la presente invención alcanza la estabilidad austenítica un máximo.

Cromo y Titanio:

15

Contenidos en Cr superiores a un 0,08 % producen una influencia negativa sobre la elaborabilidad debido a su fuerte formación de carburo. Cr tiene aquí un efecto catalítico.

Titanio:

20

En pequeños contenidos, el titanio es un elemento fuertemente grafitizante. Este efecto alcanza un máximo en aproximadamente un 0,1 % de Ti, retrocede entonces y alcanza en aproximadamente un 0,5 % de nuevo su estado inicial. En el

hierro colado austenítico de manganeso según la presente invención han demostrado ser óptimas proporciones en Ti entre un 0,1 y 0,15 %. El titanio puede neutralizar reducidos contenidos en cromo con respecto a su efecto catalítico.

5

A continuación se describe a base de un ejemplo de ejecución la obtención de una aleación según la presente invención.

10

En un horno de inducción se funden en las siguientes cantidades, en cada caso referido a la aleación terminada, y composiciones:

30 % de material bloque con 3,35 % C; 2,25 % Si; 0,75 % Mn;  
0,35 % Ni; 0,15 % Cu; 0,01 % Cr  
0,01 % P; 0,02 % S

15

30 % de hierro en bruto en forma de lingotes con 3,90 % C; 2,30 % Si; 0,90 % Mn;  
0,02 % P; 0,07 % S

15 % de chatarra de acero con 0,40 % C; 0,33 % Si; 0,65 % Mn;

A continuación se agregan a esta fusión en bruto los siguientes aditivos en la secuencia siguiente:

20

11,1 % de ferromanganeso con 6,50 % C; 0,8 % Si; 76,00 % Mn;  
resto Fe;

0,9 % de ferrosilicio con 75 % Si; resto Fe

5,45 % de cobre de electrodos con 99,9 % Cu

3,89 % de pellets de níquel con 99,9 % Ni  
1,5 % de ferrotitanio con 10,0 % Ti y 2,0 % Al; resto Fe;

5 Después de alcanzarse una temperatura de sobrecalentamiento de 1520°C se lleva, en base de un análisis térmico, el contenido en C al valor final deseado mediante adición de 0,35 % de carbón molido. Aquí se encuentra la temperatura del líquido en aproximadamente 10°C por encima de la temperatura del sólido. A continuación se agrega un 1,5 % de aluminio puro en forma de lingotes. Después de unos 5 minutos se  
10 traslada a una temperatura del horno de 1500°C el contenido del horno a una cuchara de colada y se trata con un 0,5 % de agente de inyección (75 % de Si; 0,1 % de Ca; 0,8 % de Sr; 0,5 % de Al) en forma de gránulos de 1 - 6 mm de tamaño y se cuele a 1430°C por colada de centrifugación. Los valores  
15 de análisis químicos de la aleación así obtenida son:  
3,26 % C; 2,27 % Si; 8,79 % Mn; 4,0 % Ni; 5,30 % Cu; 1,53 % Al; 0,12 % Ti; 0,02 % P; 0,03 % S.

Las propiedades mecánicas de este material en estado colado son:

20 Dureza HB 30 160-180 kp  
Resistencia a la tracción 270 N/mm<sup>2</sup>  
Límite de estirado 180 N/mm<sup>2</sup>  
Alargamiento a la rotura 1,7 %  
Módulo de elasticidad 83000 N/mm<sup>2</sup>  
25 Dilatación térmica  $17,5 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{grd}}$  a 20-200°C.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

5

REIVINDICACIONES

5 1.- Procedimiento para la preparación de hierro austenítico aleado, que presenta un coeficiente de dilatación térmica entre  $16,0 \times 10^{-6}$  y  $21,0 \times 10^{-6} \frac{1}{\text{grd}}$  entre 20 y  $100^{\circ}\text{C}$  y propiedades de desgaste y resistencia conforme a GGL-NiCuCr 15 6 2, caracterizado porque comprende formar en un horno una fusión de hierro en bruto, material bloque y chatarra de acero y agregar a esta fusión ferromanganeso, ferrosilicio y cobre de electrodos a una temperatura de  $1520^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, ajustar el contenido en C al valor final deseado mediante adición de carbono molido y agregar después aluminio puro y a continuación se lleva el contenido del horno a una cuchara de colada, donde se trata con un agente de inyección y se cuele, todo ello de modo que la composición final sea de más de 6,0 hasta menos de 8,0% de Ni:

- 1,5 hasta 4,0% de C;
- 0,5 hasta 4,0% de Si;
- 4,0 hasta 14,0% de Mn;
- 20 0,3 hasta 7,0% de Cu;
- menos de 2,0% de Cr;
- 0,3 hasta 8,0% de Al;
- 0,01 hasta 0,5% de Ti;

25 y el resto Fe con impurezas debidas a su obtención.

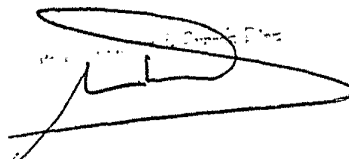
2.- Procedimiento para la preparación de hierro austenítico aleado, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 15 hojas escritas a

máquina por una sola cara.

Madrid, 17 JUN. 1977

MAHLE GMBH

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop that starts from the left, goes up and over, then down and across, ending with a long horizontal stroke that extends to the right. The signature is written over some faint, illegible text.