

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

19 ES	11 21	NUMERO 453.603	10 A 1
	22	FECHA DE PRESENTACION 24-11-1976	

PATENTE DE INVENCION

P.- 64.560
723 U/LL/KL

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 636.308 ^{No}	32 FECHA 28-11-75	33 PAIS E.U.A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C22C // B22F 9/00	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
64 TITULO DE LA INVENCION "UN METODO MEJORADO PARA PRODUCIR POLVO DE ACERO DE ALEACION"		
71 SOLICITANTE (S) HUGANUS AB		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Pack, 263 C1 Höganäs, Suecia		
72 INVENTOR (ES) Joel Paul Muzik y Per Folke Lindskog		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE DON ALBERTO DE ELZABURU MAR UETA		

1 FUNDAMENTO DE LA INVENCION

5 CAMPO DE LA INVENCION

5 Esta invención se refiere a composiciones para
uso en procedimientos de pulvimetalurgia. En particular,
esta invención se refiere a polvos de acero recocido que
contienen porcentajes relativamente altos de elementos
que son más oxidables que el hierro. Más en particular,
10 esta invención concierne a un método en el que el polvo
de acero de aleación que contiene un alto porcentaje en
peso de manganeso y cromo tiene también un contenido de
carbono que excede de 0,10% en peso referido al polvo de
acero recocido. Adicionalmente todavía, esta invención
15 concierne a un método y una composición de un polvo de
acero de aleación mejorado en el que el polvo de acero
recocido tiene un contenido de carbono situado en un ni-
vel predeterminado dentro del intervalo aproximado de
0,10% a 0,70% y preferiblemente entre 0,21% y 0,60% y en
20 el que el carbono está distribuido homogéneamente en to-
das las partículas de polvo de acero.

TECNICA ANTERIOR

25 Los polvos de acero de aleación para uso en
los procedimientos de pulvimetalurgia son bien conocidos
en la técnica. Adicionalmente, la fabricación de polvos
de acero a través de las etapas sucesivas de fusión, a-
tomización y recocido es también conocida en la técnica.
30 En las composiciones de polvo de acero de aleación reco-

1 cido de la técnica anterior, los elementos de aleación
principales han sido casi exclusivamente elementos menos
oxidables que el hierro tales como níquel y molibdeno.
El manganeso y el cromo, que son elementos de aleación
5 comunes en los aceros forjados debido al hecho de que
los mismos son de coste bajo y elevan sustancialmente
la templabilidad del acero, se han utilizado en muy pe-
queña extensión como elementos de aleación en el polvo
de acero. La pequeña extensión de uso de tales elementos
10 es debida al hecho de que dichos elementos tienen una
alta sensibilidad al oxígeno, que es mayor que la del
hierro. Así, para evitar cantidades sustanciales de in-
clusiones de óxido en las piezas sinterizadas o forja-
das a partir de polvo, las composiciones de la técnica
15 anterior han contenido generalmente menos de 0,3% en pe-
so de cada uno de estos elementos y preferiblemente me-
nos de 0,1% en peso de cromo y menos de 0,3% en peso de
manganeso.

20 En algunas composiciones de la técnica ante-
rior, se ha indicado que pueden utilizarse porcentajes
en peso de manganeso tan altos como 0,50% cuando la a-
leación contiene cantidades sustanciales de cromo, ní-
quel y/o molibdeno. Sin embargo, debe indicarse que el
níquel y el molibdeno son extremadamente costosos y por
25 consiguiente limitan económicamente las aplicaciones de
los polvos de acero de aleación así producidos.

30 En otra técnica anterior, los niveles de man-
ganeso y cromo se mantienen en un porcentaje bajo, pero
se utilizan níquel y molibdeno para conferir caracterís-
ticas de templabilidad aceptables. Como se ha descrito

1 anteriormente en esta memoria, esto da lugar a un polvo
caro que puede limitar el número final de aplicaciones.

5 Cuando se utiliza polvo de hierro o de aleación
férrea en la forja de polvo para formar piezas aca-
badas de alta resistencia mecánica, es importante que
sustancialmente la totalidad de la porosidad se elimine
efectivamente en la pieza durante el procedimiento de
fabricación. La eliminación de la porosidad es crítica
10 para la obtención de una resistencia mecánica elevada
en el material. La resistencia al impacto frente al por-
centaje de poros en las piezas fabricadas a partir de
polvo es una función sustancialmente exponencial. Así,
en un tipo de pieza de polvo en la que se encuentre
15 10,0% de poros, la resistencia al impacto sería aproxi-
madamente de 1,4 kilográmetros. Si los poros se reduje-
sen a 5,0%, la resistencia al impacto aumentaría hasta
aproximadamente 2,8 kilográmetros. Adicionalmente, si la
porosidad se redujera a sustancialmente 0,0%, la resis-
tencia al impacto se elevaría a aproximadamente 22 kilo-
20 grámetros. La sensibilidad que la resistencia al impacto
de las piezas forjadas de polvo exhibe frente a la poro-
sidad es análoga a la que aquéllas exhiben frente a las
inclusiones extrañas en el material. Estas inclusiones
son típicamente óxidos formados durante la totalidad del
25 procedimiento de fabricación.

En las composiciones de polvo de la técnica
anterior para uso en los metales convencionales fabrica-
dos a partir de polvo para la producción de piezas sinte-
rizadas, la presencia de inclusiones de óxido no presen-
30 taba una importancia tan crítica debido al hecho de que

1 la presencia de porosidad impedía la obtención de una alta
resistencia al impacto. Así, la presencia de tales in-
clusiones de óxido se veía dominada por el efecto de la
porosidad. Sin embargo, las inclusiones de óxido tienen
5 realmente una influencia importante cuando la porosidad
del material se reduce a un nivel bajo comprendido apro-
ximadamente entre 0,0% y 5,0%.

Se ha encontrado también que las inclusiones
de óxido en la pieza mecánica formada finalmente afectan
10 a la templabilidad. El grado de templabilidad está con-
trolado por el contenido de aleación del acero. Si una
parte del contenido de la aleación se oxida, se encontra-
rá que la templabilidad de la pieza fabricada se reducirá
y que disminuirá la resistencia mecánica de la pieza.
15 Así pues, un bajo porcentaje de inclusiones de óxidos ha-
ce aumentar la resistencia al impacto y la templabilidad
de las piezas fabricadas a partir de polvos de aleación.
Sin embargo, como se ha descrito anteriormente en esta
memoria, cierto número de elementos de aleación útiles
20 en el acero son más oxidables que el hierro, y por esta
razón en los casos de la técnica anterior no han podido
ser utilizados en cantidades sustanciales para proporcio-
nar las propiedades mecánicas mejoradas necesarias en
las piezas forjadas.

RESUMEN

Un polvo de acero de aleación recocido para ser
utilizado en procedimientos de pulvimetalurgia que requie-
30 ren templabilidad aumentada, constituido por partículas

1 de acero de aleación atomizadas. Las partículas, subsi-
guintemente al recocido, están constituidas esencialmen-
te en peso por: (a) 0,10% a 0,70% de carbono; (b) menos
de 2,0% de níquel; (c) menos de 1,0% de molibdeno; (d)
5 0,20% a 1,75% de manganeso; (e) 0,04 a 1,51% de cromo;
(f) menos de aproximadamente 0,10% de silicio; (g) menos
de aproximadamente 5000 partes por millón en peso de oxí-
geno; y, (h) el resto, de hierro.

10 DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

La invención, tal como se describe en esta me-
moria, está orientada a un polvo de acero de aleación re-
cocido mejorado y a un método de producción del mismo pa-
15 ra uso en una multiplicidad de procedimientos de pulvine-
talurgia. Un área particular de utilización a la que pue-
de aplicarse ventajosamente la composición mejorada de
los presentes polvos de acero de aleación es el área de
la fabricación de componentes sinterizados y/o forjados
20 a partir de polvo. En la formación de tales piezas en am-
bos tipos de fabricación, se llevan a cabo las etapas de
compactación en frío del polvo y sinterización del polvo
compactado a una temperatura elevada.

En el caso de la sinterización, el polvo se
25 compacta en frío en una forma o contorno predeterminados
que es generalmente similar en dimensiones de contorno
al contorno deseado del producto final obtenido en la e-
tapa de sinterización. En general, una pieza o componen-
te sinterizada(o) contiene una gran cantidad de poros en
30 oposición a un componente forjado a partir de polvo, el

1 cual contiene generalmente pocos poros o ninguno. Como
ejemplo, en el caso de piezas forjadas a partir de polvo,
los poros pueden ser típicamente menos del 0,5% en volu-
men. Generalmente, la etapa de sinterización va seguida
5 por la compactación en caliente del componente.

Así, la presente invención está dirigida a un
polvo de acero de aleación recocido mejorado para uso en
pulvimetalurgia y preferiblemente en procedimientos de
forja de polvo. Como se detallará en los párrafos que si-
10 guen, el polvo de acero de aleación recocido mejorado
puede incluir un contenido mayor de manganeso y cromo,
así como otros elementos que son más oxidables que el
hierro cuando se compara con otros polvos de acero de a-
leación que han sido utilizados en la técnica anterior.

15 El concepto básico de la invención consiste en
proporcionar un polvo de aleación recocido que tiene un
contenido de carbono aumentado suficiente para permitir
el uso de elementos más oxidables que el hierro. Para u-
so en procedimientos de forja de polvo, el contenido de
20 carbono en el polvo de aleación recocido debe de manera
importante encontrarse en mayor proporción del 0,10% en
peso referido al polvo de acero de aleación recocido.
Con objeto de proporcionar un componente forjado de pol-
vo mejorado, el contenido de carbono está comprendido
25 preferiblemente dentro del intervalo de 0,21% a 0,60%,
aunque una gama de valores cualquiera que van desde ma-
yores que 0,10% hasta menores que aproximadamente 0,70%
se ha utilizado satisfactoriamente en la producción de
componentes forjados de polvo aceptables.

30 El polvo de acero de aleación recocido se de-

1 riva de un acero de aleación que puede producirse por
procedimientos clásicos tales como el procedimiento bási-
co al oxígeno, el horno eléctrico, el procedimiento de
solera abierta, y métodos clásicos similares. El acero
5 de aleación inicial contiene aproximadamente el mismo por-
centaje en peso de carbono encontrado en el polvo de a-
cero de aleación no recocido; sin embargo, tal porcenta-
je en peso de carbono encontrado en el polvo de acero es
sólo importante por el hecho de que el polvo de acero de
10 aleación recocido tiene un contenido de carbono que ex-
cede de aproximadamente 0,10% y es inferior al 0,70% del
peso del polvo de acero de aleación recocido, con un in-
tervalo preferido comprendido entre aproximadamente 0,21%
y 0,60% del peso del polvo de acero recocido.

15 Como se detallará, el amplio e inesperadamente
alto porcentaje de carbono en el polvo de aleación permi-
te correspondientemente que el polvo de acero recocido
contenga un porcentaje mayor de manganeso, cromo y otros
elementos que se oxidan más fácilmente que el hierro. A-
20 demás del contenido extremadamente alto de carbono utili-
zado en tales polvos de acero, el polvo de acero de alea-
ción recocido puede contener adicionalmente uno o más de
los elementos siguientes en los que los porcentajes es-
tán expresados en peso referidos al polvo de acero de a-
25 leación recocido: (a) menos de 2,0% de níquel; (b) menos
de 1,0% de molibdeno; (c) de 0,20 a 1,75% de manganeso,
siendo preferido un intervalo de aproximadamente 0,55% a
1,75%; (d) de 0,04% a 1,51% de cromo con un porcentaje
preferido comprendido aproximadamente entre 0,04 y 0,8%;
30 y (e) menos de aproximadamente 0,10% de silicio.

1 Todavía adicionalmente, pueden encontrarse tra-
zas de fósforo en tales polvos, en proporción aproximada
de 0,005% en peso referido al polvo de acero de aleación
recocido. Asimismo, se pueden encontrar en el polvo de
5 acero de aleación trazas de azufre aproximadas al 0,020%
en peso, así como cobre en cantidades traza que se apro-
ximen a 0,05%, y titanio y aluminio, cada uno de los cua-
les puede tener un porcentaje en peso aproximado de 0,01%.
Aunque esto no es crítico para el concepto de la inven-
10 ción, generalmente el contenido de azufre es menor que
0,04% en peso referido al polvo de acero recocido, y el
contenido de fósforo se mantiene usualmente por debajo
del 0,035% en peso referido al polvo de acero de aleación
recocido.

15 Inicialmente, el acero de aleación se lleva a
un estado fundido en un embudo a una temperatura de apro-
ximadamente 1700°C. El acero fundido fluye desde el embu-
do con ayuda de la gravedad a través de ranuras u otras
aberturas existentes en aquél. Tales aparatos son bien
20 conocidos en la técnica. Se produce la atomización a me-
dida que los chorros de agua chocan contra la corriente
de acero en fusión. Mediante esta etapa de atomización,
que es bien conocida en la técnica, el acero se obtiene
en partículas de forma irregular. Adicionalmente, aunque
25 ello no es importante para el concepto de la invención
tal como se indica en esta memoria, la atomización en ge-
neral se controla de una manera tal que se permite que
una mayoría de las partículas atomizadas pasen por un ta-
miz de 177 micras de abertura.

30 Subsiguientemente a la atomización del acero

1 de aleación, el polvo de acero de aleación resultante se
somete a la etapa crítica de recocido. En esta etapa, el
contenido de carbono se reduce, pero es sumamente impor-
5 tante que se mantenga a la conclusión de la etapa de re-
cocido por encima de 0,10% en peso referido al polvo de
acero de aleación recocido. Como concepto global, el con-
tenido final de carbono tiene que estar comprendido den-
tro del intervalo aproximado que va desde un valor mayor
que 0,10% hasta un valor menor que aproximadamente 0,70%,
10 estando comprendido el intervalo preferido entre los lí-
mites aproximados de 0,21 a 0,60% del polvo de acero de
aleación recocido. La importancia del mantenimiento de
este contenido de carbono se demostrará en los párrafos
que siguen.

15 Además, la etapa de recocido sirve para reblan-
decir las partículas y reducir la película de óxido for-
mada sobre las partículas durante la etapa de atomiza-
ción. En general, se encuentra que el contenido de oxí-
geno del polvo de acero de aleación recocido es inferior
20 a 5000 ppm (partes por millón). Durante la etapa de re-
cocido, el polvo se calienta a una temperatura compren-
dida dentro del intervalo que va desde 750°C a 1200°C.
La atmósfera del recocido es una atmósfera reductora tal
como hidrógeno, amoníaco disociado, o cualesquiera otros
25 gases reductores bien conocidos.

La etapa de recocido, tal como se describe a-
quí, es crítica en la producción de polvos de acero de
aleación atomizados que contienen porcentajes relativa-
mente altos de manganeso y/o cromo.

30 Durante la etapa de recocido, el contenido de

1 carbono de las partículas de acero se mantiene por encima de 0,10%. Haciéndolo así, el potencial de oxígeno de la atmósfera se mantiene bajo, lo que conduce a un menor grado de oxidación de los elementos de aleación sensibles, 5 manganeso y cromo. Además, la presencia de más de 0,10% de carbono en forma aleada en las partículas de acero asegura una reducción más eficiente de los óxidos perjudiciales durante el tratamiento de sinterización subsiguiente a la compactación del polvo, como se mostrará 10 en los ejemplos. En consecuencia, las enseñanzas de esta invención hace que sea posible producir polvo de acero de aleación con mayores contenidos efectivos de manganeso y/o cromo que hasta ahora y utilizarlos en la fabricación de componentes sinterizados o forjados con la alta templabilidad y las altas propiedades mecánicas deseadas. 15

Aunque no es importante para el concepto de la invención tal como se describe en esta memoria, después del recocido, se ha encontrado que generalmente las partículas se aglutinan unas con otras. Dichas partículas 20 pueden separarse por trituración en molino de martillos o algún otro método similar bien conocido en la técnica. Una vez hecho esto, el polvo está ya listo para uso en la producción de piezas sinterizadas o forjadas a partir de polvo. 25

En los polvos de acero de aleación de la técnica anterior fabricados de la manera convencional, se deseaba y procuraba un contenido de carbono muy bajo. Tales etapas de recocido anteriores en los procedimientos de producción de polvo han reducido el contenido de 30

1 carbono del polvo tanto como es posible razonablemente.
En la mayoría de estos casos anteriores, los contenidos
de carbono se han llevado a valores inferiores a 0,02%
5 en peso referido al polvo, y generalmente a un intervalo
preferido inferior a 0,01% en peso referido al polvo de
acero de aleación recocido.

Con objeto de proporcionar un contenido de car-
bono deseado de una pieza acabada, generalmente se ha
mezclado grafito con el polvo y se alea con el polvo com-
10 pactado durante una etapa de sinterización. La temperatu-
ra de la etapa de sinterización esté comprendida dentro
del intervalo que va desde aproximadamente 1090°C a
1315°C, siendo la temperatura de sinterización más utili-
zada aproximadamente 1120°C. Una preforma se sinteriza
15 usualmente durante un tiempo comprendido entre 5,0 y 90,0
minutos. Cuando se están fabricando piezas forjadas a
partir de polvo, el miembro sinterizado puede enfriarse
hasta la temperatura ambiente y calentarse después a la
temperatura de forjado. Las temperaturas de forjado es-
20 tán comprendidas generalmente en el intervalo que va
desde aproximadamente 900°C a 1100°C. Sin embargo, en
algunos casos la pieza sinterizada se lleva directamen-
te del horno de sinterización a la herramienta de forja-
do, en la cual se forja hasta darle su contorno defini-
25 tivo. Como se ha descrito anteriormente en esta memoria,
la cantidad de inclusiones de óxido en el producto for-
jado es de importancia crítica para las propiedades me-
cánicas, tales como la resistencia al impacto, y para
las propiedades de templabilidad del componente final.
30 El contenido de oxígeno del componente forjado a partir

1 de polvo se considera por tanto como un indicador sensible de la calidad relativa del componente forjado.

5 El polvo de acero de aleación recocido mejorado a utilizar en los procedimientos de pulvimetalurgia que requieren templabilidad mejorada está constituido esencialmente por partículas de acero de aleación atomizadas. La composición de las partículas subsiguientes al recocido está constituida esencialmente, en peso, por:

10 (a) 0,10% a 0,70% de carbono; (b) menos de 2,0% de níquel; (c) menos de 1,0% de molibdeno; (d) 0,20% a 1,75% de manganeso; (e) 0,04% a 1,51% de cromo; (f) menos de 0,10% de silicio; (g) menos de aproximadamente 5000 ppm en peso de oxígeno; y, (h) el resto, de hierro.

15 Como se ha encontrado cuando se utiliza el polvo de acero de aleación de acuerdo con esta invención en cuanto a composición y a las etapas del procedimiento, en oposición al polvo pobre en carbono conocido y descrito en la técnica anterior, se ha encontrado que se consigue una reducción inesperadamente grande del contenido

20 de oxígeno de las piezas forjadas de polvo. Esto se ha logrado manteniendo para ello el contenido de carbono del polvo de acero de aleación recocido en una cantidad mayor que 0,1% en peso referida al polvo recocido. Se observará que cuando el contenido de carbono combinado de

25 la pieza forjada deba exceder necesariamente del contenido de carbono del polvo, puede incorporarse grafito de la manera convencional como se ha descrito en los párrafos anteriores.

30 Piezas forjadas de polvo de acero de aleación con contenidos diferentes de cromo y manganeso compren-

1 didos dentro de los intervalos previamente descritos se
han analizado en cuanto a oxígeno. Se encontró empírica-
mente que el contenido de oxígeno de las piezas forjadas
era menor que el contenido de oxígeno dado por la fórmu-
5 la aproximada:

$$\text{Contenido de oxígeno (ppm)} = 1100 (P_{\text{Mn}} + P_{\text{Cr}}) + 200$$

donde: P_{Mn} = porcentaje en peso de manganeso en el pol-
vo de acero de aleación recocido

10 P_{Cr} = porcentaje en peso de cromo en el polvo de
acero de aleación recocido

A partir de los resultados experimentales, se
ha encontrado que los contenidos de oxígeno de las pie-
zas forjadas no deben exceder generalmente de 2200 ppm.
En los casos en que se ha encontrado que el contenido de
15 oxígeno es mayor que 2200 ppm, se ha encontrado también
que las propiedades mecánicas de las piezas descienden
en alto grado. Así, parece que puede calcularse un máxi-
mo aproximado de la suma de los contenidos de cromo y
manganeso a partir de la ecuación, siendo el valor suma
20 combinado de 1,82% en peso referido al polvo de acero
recocido. Adicionalmente, se ha encontrado que conteni-
dos de carbono del polvo mayores que 0,6% en peso no ha-
cen disminuir aparentemente el contenido de oxígeno de
las piezas forjadas de polvo. Así pues, se ha encontrado
25 que el contenido de carbono preferido del polvo de acero
recocido de acuerdo con las ecuaciones derivadas empíri-
camente y con los resultados experimentales está compren-
dido entre 0,1% y 0,6% en peso.

30 En los ejemplos que siguen, se utilizó una com-
posición de acero de aleación como la aleación de acero

1 en fusión suministrada al embudo. La composición de la
aleación de acero difiere de las composiciones de alea-
ciones de acero clásicas en que para tales polvos de pul-
vimetalurgia se utiliza un contenido alto de carbono así
5 como se proporciona un contenido alto de elementos que
se oxidan más fácilmente que el hierro. Los porcentajes
indicados son porcentajes en peso. La composición de la
aleación de acero es como sigue: (a) carbono, un conte-
nido suficientemente alto para dar un contenido final
10 de carbono después del recocido mayor que 0,10%, esto
es, usualmente 0,21-0,60%; (b) fósforo, aproximadamente
0,005%; (c) azufre, aproximadamente 0,020%; (d) silicio,
aproximadamente 0,01%; (e) cobre, aproximadamente 0,05%;
15 (f) vanadio, menos de 0,01%; (g) titanio, menos de 0,01%;
(h) aluminio, menos de 0,01%; (i) molibdeno, aproxima-
damente 0,4% a no ser que se cambie en un ejemplo particu-
lar; (j) níquel, aproximadamente 0,3% a no ser que se
cambie en un ejemplo particular; (k) manganeso, como se
indica en cada ejemplo; (l) cromo, como se indica en ca-
20 da ejemplo; (m) hierro, el resto.

Debe observarse que los ejemplos, tales como
se muestran y se describen en los párrafos siguientes,
tienen por finalidad ilustrar el efecto del alto conte-
nido de carbono sobre el contenido de oxígeno de las
25 piezas forjadas de polvo acabadas. Así, para fines de
ilustración, el manganeso y el cromo se muestran en can-
tidades que exceden en mucho los valores que se han pro-
puesto para tales polvos de acero recocido en la técni-
ca anterior. Ciertos otros elementos más oxidables que
30 el hierro pueden producir efectos análogos. Además, no

1 es crítico para el concepto de la invención el hecho de
que las piezas forjadas de polvo se utilicen para el análisis de oxígeno. Se habría observado el mismo efecto si el análisis se hubiese realizado sobre piezas sinterizadas convencionalmente.
5

EJEMPLO I

10 Se suministró acero en fusión a un embudo, con inclusión de los siguientes porcentajes en peso de elementos de aleación:

Manganeso 1,64%

Cromo 0,04%

15 La temperatura del acero de aleación en fusión se mantuvo aproximadamente a 1650°C. El acero en fusión se hizo pasar a través de las aberturas practicadas en un embudo. La atomización se efectuó por medio de chorros de agua que incidían sobre la corriente de acero en fusión que descendía con ayuda de la gravedad. El polvo de
20 acero de aleación resultante se recoció luego en una atmósfera de amoníaco disociado a una temperatura aproximada de 900°C durante 120 minutos (2 horas).

25 El polvo se recoció después para dar un contenido de carbono de 0,59% en peso referido al polvo. Se encontró que el nivel de oxígeno del polvo recocido era 4000 ppm. En el mismo ejemplo, se recoció el polvo de acero de aleación a 0,02% de carbono, y se encontró que el polvo tenía un contenido de oxígeno de 5000 ppm.

30 El polvo pobre en carbono (0,02% de carbono) se mezcló con 0,6% de grafito, de tal modo que las piezas

1 forjadas fabricadas a partir de los dos polvos tuviesen
el mismo contenido de carbono. Los polvos se compactaron
luego para dar una preforma. La preforma se sinterizó a
5 1100°C durante 15 minutos en una atmósfera seca de amoníaco
disociado y luego se forjó en caliente hasta alcanzar su
densidad definitiva total. Las piezas forjadas se analizaron
en cuanto a oxígeno, y se encontró que el contenido de éste
era de 1900 ppm para la pieza fabricada a partir del polvo de
10 alto contenido de carbono (0,59% de carbono), y 2500 ppm
para la pieza fabricada a partir del polvo pobre en carbono
(0,02% de carbono).

EJEMPLO II

15 La aleación de acero en fusión suministrada al embudo
incluía los siguientes porcentajes en peso de elementos de
aleación:

Manganeso 0,20%

Cromo 0,42%

20 La temperatura del acero en fusión era aproximadamente
1700°C. El acero en fusión se hizo pasar luego a través de
los canales del embudo. La atomización se efectuó mediante
chorros de agua que incidían sobre el acero en fusión que
caía. Aunque ello no es importante para el concepto de la
25 invención, se encontró que la temperatura inicial del agua
era aproximadamente 21°C, y que la temperatura final del
agua recuperada después de chocar contra el acero fundido
era aproximadamente 63°C.

30 Se recoció después el polvo de acero de aleación
resultante en una atmósfera de amoníaco disociado

1 a una temperatura aproximada de 1000°C durante aproxima-
damente 105 minutos. Se recoció el polvo hasta un conte-
nido de carbono de 0,14% en peso referido al polvo de a-
cero de aleación recocido. El punto de rocío era aproxi-
5 madamente 15°C. Se encontró que el nivel de oxígeno del
polvo recocido era 1400 ppm.

Cuando la composición de polvo idéntica se re-
coció hasta un contenido de carbono de 0,015%, se encontr-
tró que el polvo tenía un nivel de oxígeno de 2400 ppm.

10 Se forjaron los polvos de una manera similar
al procedimiento de forjado del Ejemplo 1, y se analizó
el contenido de oxígeno, encontrándose que éste era de
650 ppm para la pieza fabricada a partir del polvo rico
en carbono (0,14%). Se analizó igualmente el contenido
15 de oxígeno también para la pieza fabricada a partir del
polvo pobre en carbono (0,015% de carbono), encontrándo-
se que aquél era de 1100 ppm.

Para proporcionar el mismo contenido de carbo-
no combinado a las piezas forjadas, se añadió grafito al
20 polvo recocido. La adición de grafito fue 0,46% de gra-
fito para el polvo rico en carbono y 0,59% de grafito
para el polvo pobre en carbono.

EJEMPLO III

25 Una aleación de acero en fusión como la que se
ha descrito previamente se suministró al embudo, inclu-
yendo los siguientes porcentajes en peso de elementos
de aleación:

30 Manganeso 0,75%

1 Molibdeno 0,25%

Cromo 0,05%

5 Se encontró que la temperatura del acero de aleación fundido era aproximadamente 1650°C. Después de la atomización, como se ha descrito previamente, el polvo se recoció hasta un contenido de carbono de 0,1% en peso referido al polvo. La atmósfera de recocido fue una vez más amoníaco disociado, y la temperatura de recocido fue aproximadamente 900°C. Se encontró que el polvo contenía 2500 ppm de oxígeno, y las piezas forjadas fabricadas a partir del polvo contenían 1000 ppm de oxígeno. Se indicará que se añadió grafito al polvo en la cantidad suficiente para dar a las piezas forjadas un contenido de carbono combinado de 0,21%.

15

EJEMPLO IV

20 La aleación de acero fundida suministrada al embudo incluía los porcentajes siguientes, en peso, de elementos de aleación:

Manganeso 1,75%

Cromo 0,05%

25 La temperatura del acero de aleación fundido era aproximadamente 1700°C. Después de la atomización, como se ha descrito previamente, se recoció el polvo a un contenido de carbono de 0,1%. La atmósfera de recocido era hidrógeno, y la temperatura de recocido fue aproximadamente de 925°C. Se determinó la temperatura del punto de rocío, que era de 10°C. Se encontró que el polvo tenía un nivel de oxígeno aceptable de 4000 partes por mi-

30

1 llón. Se añadió grafito como en el Ejemplo III, y las
piezas forjadas fabricadas a partir de este polvo tenían
un contenido de oxígeno de 2000 ppm.

5 EJEMPLO V

La aleación de acero fundida suministrada al
embudo incluía los siguientes porcentajes en peso de e-
10 lementos de aleación:

10	Manganeso	0,75%
	Cromo	0,8%
	Molibdeno	0,25%
	Níquel	1,8%

15 La temperatura del acero de aleación fundido
era aproximadamente 1680°C. Después de la atomización,
se recoció el polvo hasta 0,1% de contenido de carbono.
La atmósfera de recocido era hidrógeno, y la temperatu-
ra de recocido fue aproximadamente 900°C, con un punto
de rocío de 12°C. Se encontró que el polvo tenía un ni-
20 vel de oxígeno aceptable de 3500 partes por millón. Se
encontró que el contenido de oxígeno de las piezas for-
jadas fabricadas a partir de este polvo de la manera
descrita en el ejemplo primero, era de 2000 ppm. La a-
dición de 0,50% de grafito al polvo recocido dió un con-
25 tenido final de carbono combinado de 0,49% en las pie-
zas forjadas.

30 Los ejemplos anteriores que se han descrito
en esta memoria son ilustrativos para demostrar que por
recocido de un polvo de acero de aleación a un conteni-
do de carbono de 0,10% o superior a éste, pueden utili-

zarse cantidades mayores de elementos más oxidables que el hierro para la composición de un polvo de acero de aleación recocido. Diversos modos de realización de la invención resultarán claros para los expertos en la técnica, y se considera que tales modos o métodos quedan dentro del alcance de la invención. Así, debe entenderse que la invención puede llevarse a la práctica en otras formas adicionales comprendidas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1ª.- Un método mejorado para producir polvo de acero de aleación destinado a ser utilizado en procesos de pulvimetalurgia que requieren una templabilidad aumentada, que incluye las etapas de: (a) establecer una composición de aleación de acero constituida esencialmente en peso por: (1) más de aproximadamente 0,10% de carbono; (2) aproximadamente 0,04% a 1,8% de al menos un elemento selec

cionado del grupo constituido por molibdeno, níquel, manganeso y cromo; (3) aproximadamente 0,01% a 0,10% de silicio; y, (4) el resto, de hierro; (b) fundir dicha composición de acero de aleación para formar una masa fundida de aleación de acero; (c) atomizar dicha masa fundida de aleación de acero para formar un polvo de acero de aleación atomizado; y (d) recocer dicho polvo de acero atomizado a un contenido de carbono comprendido dentro del intervalo de aproximadamente 0,10% a 0,70% de carbono en peso referido a dicho polvo recocido, en un horno de recocido.

2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que la etapa de recocido incluye la etapa de mantener dicho polvo de recocido a una temperatura predeterminada dentro del intervalo aproximado de 750°C a 1200°C en dicho horno.

3ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que la etapa de recocido incluye la etapa de establecer una atmósfera reductora en el interior de dicho horno.

4ª.- Un método según la reivindicación 3ª, en el que dicha atmósfera reductora es hidrógeno.

5ª.- Un método según la reivindicación 3ª, en el que dicha atmósfera reductora es amoníaco disociado.

6ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que el contenido de carbono se fija dentro del intervalo aproximado de 0,2% a 0,60% en peso referido a dicho polvo de acero.

7ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que el contenido de cromo se fija dentro del intervalo aproximado de 0,04% a 0,8% en peso referido a dicho polvo de acero.

8ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que el contenido de manganeso se fija dentro del intervalo aproximado de 0,55% a 1,75% en peso referido a dicho polvo de acero.

5 9ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que el contenido de níquel se fija aproximadamente en 1,8% en peso referido a dicho polvo de acero.

10 10ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que el contenido de molibdeno se fija aproximadamente en 0,25% en peso referido a dicho polvo de acero.

11ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que se añade también a la composición de aleación aproximadamente 0,005% de fósforo en peso referido a dicho polvo de acero.

15 12ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que se añade también a la composición de aleación aproximadamente 0,020% de azufre en peso referido a dicho polvo de acero.

20 13ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que se añade también a la composición de aleación aproximadamente 0,05% de cobre en peso referido a dicho polvo de acero.

25 14ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que se añade también a la composición de aleación aproximadamente menos de 0,01% de vanadio en peso referido a dicho polvo de acero.

30 15ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que se añade también a la composición de aleación aproximadamente menos de 0,01% de titanio en peso referido a dicho polvo de acero.

16ª.- Un método según la reivindicación 1ª, en el que se añade también a la composición de aleación aproximadamente menos de 0,01% de aluminio en peso referido a dicho polvo de acero.

5

17ª.- UN METODO MEJORADO PARA PRODUCIR POLVO DE ACERO DE ALEACION.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

10

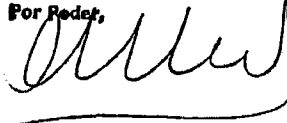
Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 16. DIC. 1977

P.A.

15

Alberto de Elzaburu
Por Poder,



20

25

30

14127

MPB.-