

419865

P.- 55.810

B 28246

DKT. CS 420



F.C. 11-2-76

Int. Cl. C22c

MEMORIA DESCRIPTIVA

419865

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de CRUCIBLE INC.

entidad norteamericana

establecida en P.O. Box 88, Parkway West and Route 60,
Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos
de América

por: "UN METODO PARA PRODUCIR UN ARTICULO DE ACERO DE
HERRAMIENTAS"

(Clase Internacional C22c)

29-11-73

- 1 -



419865

Esta invención se refiere a un acero para herramientas que contiene vanadio, a artículos compactados a partir de partículas de él y a un método para la producción del mismo.

5 En el uso de artículos de acero para herramientas para aplicaciones en herramientas cortantes - de alta velocidad, es necesario una buena combinación de resistencia al desgaste y tenacidad para obtener una herramienta de vida prolongada. La resistencia al
10 desgaste se favorece mediante una gran dureza y, particularmente, mediante un alto contenido de carburo tipo-MC (vanadio) en el acero para herramientas. Por otra parte, la tenacidad - medida comúnmente en términos de la resistencia al impacto - contribuye también
15 a la vida de la herramienta porque, particularmente en las aplicaciones de corte intermitente, la herramienta es capaz de resistir impactos repetidos durante el corte sin roturas. Pero la combinación de una alta resistencia al desgaste y una alta tenacidad es difícil de lograr, debido a que según se incrementa el
20 contenido de carburo tipo-MC mediante los cambios necesarios en la composición del acero, la tenacidad o resistencia al impacto del acero, disminuye.

25 Existe una necesidad de que el acero para herramientas supere los problemas de la técnica anterior,

419865



arriba descritos, de alcanzar las dos propiedades deseadas de resistencia al desgaste y tenacidad en combinación.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un acero para herramientas que tiene una buena combinación de dureza y tenacidad y que consiste esencialmente de, en por ciento en peso, de 1,5 a 1,6 de carbono, de 3,5 a 4,5 de cromo, de 2,5 a 3,5 de vanadio, de 9 a 11 de wolframio, de 4,5 a 5,5 de molibdeno, de 8,0 a 12,5 de cobalto, hasta 1 de manganeso, hasta 1 de silicio, de 0,02 a 0,08 de nitrógeno y el resto de hierro.

Ahora se hará referencia a los dibujos que se acompañan donde:

La Figura 1 es un gráfico que muestra la cantidad de carburo tipo MC (vanadio) en la estructura endurecida de los aceros de alta velocidad convencionales AISI M1, M4 y T15;

La Figura 2 es un gráfico similar que muestra el efecto de los contenidos de carburo tipo MC (vanadio) sobre la tenacidad de estos tres aceros convencionales cuando se tratan térmicamente para una dureza de R_c 65;

La Figura 3 es un gráfico que muestra el efecto de los contenidos de carburo tipo MC (vanadio) de estos tres aceros convencionales sobre la resistencia al

419865



desgaste cuando se tratan térmicamente para una dureza de R_c 64.

De acuerdo con esta invención se usa el acero en forma de polvo que pasa aproximadamente el tamiz de abertura de malla de 1,19 mm. Este polvo se coloca
5 en un recipiente de metal, el cual es estanco a los gases. El recipiente se calienta a una temperatura elevada por encima de aproximadamente 1093°C y durante las etapas iniciales de calentamiento su interior se bombea a una presión baja después de lo cual los productos gaseosos de la reacción y principalmente aquéllos
10 que resultan de la reacción del carbono y el oxígeno se eliminan del interior del recipiente, cuya operación se denomina "desgaseamiento". Posteriormente y al eliminar los productos gaseosos de la reacción, el recipiente se calienta a o por encima de la temperatura de compactación deseada, la cual es mayor de aproximadamente 1166°C, y con el recipiente cerrado herméticamente-

20

25

419865



te a la atmósfera se transfiere a un aparato de compactación. La compactación se puede lograr mediante el uso de un aparato mecánico en el que el recipiente cerrado herméticamente se coloca en una matriz y se inserta en él un pistón para compactar el recipiente y la carga. Alternativamente, el recipiente se puede colocar en una vasija de presión por fluido hidráulica, denominada comúnmente "autoclave", en la que se puede emplear para la compactación un medio de presión por fluido, tal como gas nitrógeno. En cualquier caso, sin embargo, la compactación se completa a una densidad mayor de aproximadamente el 95 % de la teórica antes del enfriamiento de la carga a una temperatura por debajo de aproximadamente 1038°C. Si se desea, la compactación a esta densidad se puede lograr mediante una pluralidad de operaciones de compactación separadas, y la carga en polvo se puede compactar previamente a una baja densidad, por ejemplo, a un 60 %, antes del desgaseamiento. Después de la compactación, se pueden realizar las operaciones de fresado o conformado convencionales inherentes a la elaboración de la herramienta cortante.

Se ha creído hasta ahora, como se puede ver del estudio de las Figuras 1, 2 y 3 de los dibujos que se acompañan, que según se incrementa el contenido de vanadio y correspondientemente el contenido de carbono

419865



de las aleaciones de este tipo para incrementar el contenido de carburo tipo MC (vanadio) de la aleación, su resistencia al desgaste se incrementa, mientras que su tenacidad, como función de su resistencia al impacto, disminuye. Con la presente invención se ha encontrado, sin embargo, que si el carbono se mantiene dentro del intervalo de 1,5 a 1,6 % en combinación con un contenido de vanadio de 2,5 a 3,5 %, como se explicará y mostrará específicamente en lo que sigue, se puede lograr la alta resistencia al desgaste sin una consecuente disminución en tenacidad.

En el tratamiento térmico de los artículos de acuerdo con la invención, los artículos se austenitizan a una temperatura del orden de 1188°C y luego se endurecen durante el enfriamiento. La etapa de austenitización implica el calentamiento a una temperatura suficiente para disolver, en un grado considerable, las fases de carburo presentes en la microestructura del acero. Después del templado (enfriamiento brusco) a partir de la temperatura de austenitización, el artículo se somete a un recalentamiento hasta una temperatura más baja en cuyo caso los elementos que forman carburo, por ejemplo, vanadio, wolframio y molibdeno, se precipitan en forma de carburos finos. Esto, por supuesto, produce el endurecimiento secundario necesario para las aplicaciones

419865



5 en cortes de alta velocidad. Durante la austenitiza-
ción, se disuelve gran parte del carbono en la auste-
nita, el cual se transforma al enfriarse en una mar-
tensita dura que contiene carbono. Los elementos que
forman carburo permanecen en solución en la martensi-
ta. Seguidamente, sin embargo, los elementos que for-
man carburos durante el revenido se combinan con el
carbono en el acero y forman carburos. Es esta preci-
pitación de carburo la que produce el endurecimiento
10 secundario deseado.

Como se estableció anteriormente, la combi-
nación restringida del carbono y el vanadio en la
aleación consigue el resultado de una buena combina-
ción de resistencia al desgaste y tenacidad. Además,
15 el cobalto presente en la aleación contribuye a la re-
tención de la dureza a altas temperaturas, a las cua-
les están sometidos los artículos de la aleación du-
rante su uso en cortes de alta velocidad. El nitróge-
no es necesario para lograr la distribución del carbo-
no fino deseada. Tanto el molibdeno como el wolframio
20 dentro de los límites referidos son necesarios para
obtener la suficiente resistencia al calor para el fun-
cionamiento de una herramienta de corte a altas veloci-
dades.

25

419865

419865



TABLA I

<u>Composición, % en peso</u>				<u>Designación del acero</u>	<u>Código Interno</u>	<u>Composición, % en peso</u>						
<u>Si</u>	<u>Cr</u>	<u>V</u>	<u>W</u>			<u>Mo</u>	<u>Co</u>	<u>N</u>	<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>S</u>	<u>P</u>
0,34	3,8	3,0	9,5	5,2	11,8	0,05	A	391-77	1,42	0,26	0,031	0,013
0,34	3,8	3,0	9,5	5,2	11,8	0,05	B	391-84	1,56	0,26	0,031	0,013
0,30	3,7	3,1	10,0	5,2	12,3	0,03	C	P65430	1,65	0,33	0,010	0,010
0,36	3,7	1,25	10,2	5,2	12,1	0,03	D	P65056	1,15	0,33	0,013	0,010

419865

<u>Composición, % en peso</u>							<u>Designación</u>
<u>Si</u>	<u>Cr</u>	<u>V</u>	<u>W</u>	<u>Mo</u>	<u>Co</u>	<u>N</u>	<u>del acero</u>
0,34	3,8	3,0	9,5	5,2	11,8	0,05	A
0,34	3,8	3,0	9,5	5,2	11,8	0,05	B
0,30	3,7	3,1	10,0	5,2	12,3	0,03	C
0,36	3,7	1,25	10,2	5,2	12,1	0,03	D

419865



TABLA I

<u>N</u>	<u>Designación del acero</u>	<u>Código Interno</u>	<u>C</u>	<u>Mn</u>	<u>S</u>	<u>P</u>
0,05	A	391-77	1,42	0,26	0,031	0,013
0,05	B	391-84	1,56	0,26	0,031	0,013
0,03	C	P65430	1,65	0,33	0,010	0,010
0,03	D	P65056	1,15	0,33	0,013	0,010

419865



Para demostrar la presente invención, y por medio de ejemplos específicos de la misma, fueron producidas las muestras de acero designadas como A, B, C y D con las composiciones relacionadas en la Tabla I.

5 El acero B está dentro de los límites de composición de la presente invención; mientras que, los Aceros A y D tienen contenidos de carbono por debajo del acero de acuerdo con la presente invención, y el acero C tiene un contenido de carbono más alto que el del acero

10 de la presente invención.

Más específicamente, se produjeron cargas en polvo de Aceros A, B, C y D de la Tabla I mediante pulverización gaseosa convencional y tamizado a un tamaño que pasa el tamiz de abertura de malla de 1,19 mm. Cada una de las partículas de las cargas de los aceros

15 A, B, C y D se trataron de la siguiente manera. Una carga en partículas de A y B se colocó en un cilindro de acero de bajo contenido de carbono de aproximadamente 15 cm. de longitud y con un diámetro de 14 cm. La carga de partículas de C y D se cargó en un cilindro de

20 aproximadamente 122 cm de longitud y con un diámetro de aproximadamente 28 cm. El recipiente cargado de partículas se calentó a una temperatura de aproximadamente 1149°C, durante 5 horas, y durante las etapas iniciales del calentamiento el interior del recipiente se co

25

419865



nectó a una bomba de vacío la cual se usó para eliminar del recipiente los productos gaseosos de la reacción. El recipiente y la carga se compactaron para alcanzar una densidad de aproximadamente el 99 % de la
5 teórica mediante el uso de una presión de compactación isostática de 1055 kg/cm² en un recipiente de presión por gas siendo el nitrógeno el medio de presión gaseoso empleado.

Después de la compactación, el artículo compactado se forjó en barras cuadradas de 2,54 cm. Las
10 barras se austenitizaron luego a 1182°C durante 2 minutos y luego se templaron en aceite. El examen microscópico de estas barras mostró una dispersión uniforme de los carburos en una matriz de aleación rica en hierro,
15 y además que las partículas de la fase de carburo eran de tamaño predominantemente menor de 3 micras.

20

25

419865



TABLA II

<u>Materiales para herramientas</u>	<u>Dureza de la herramienta (R_c)</u>	<u>Promedio de vida de la herramienta en corte continuo (min.)</u>	<u>Promedio de vida de la herramienta en corte intermitente (Número de impactos)</u>
Acero A-1,42 %C	68,5	39	3110
Acero B-1,56 %C	69,5	40	5080
Acero C-1,65 %C	70,0	65	2260
Acero D-1,15 %C	68,5	30	2810
AISI-Tipo T15 1,50 %C	67,0	21	1700

419865



Para ensayar el comportamiento de la herramienta, se prepararon cuchillas de herramienta cuadradas de 1,27 cm de las barras forjadas de los aceros A, B, C y D; la geometría de la herramienta fué de: 3°, 6°, 10°, 10°, 10°, 10°, de un radio en el borde de ataque de 0,762 mm. Estas cuchillas de herramientas se trataron térmicamente mediante austenitización a 1182°C durante 2 minutos, se templaron en un baño de sal a 593°C permaneciendo durante 5 minutos, se enfriaron al aire a temperatura ambiente y se revinieron a 552°C durante 2 1/2 horas. Las durezas resultantes se incluyen en la Tabla II.

Para comparación, cuchillas de herramientas cuadradas de 1,27 cm con la misma geometría que la de las herramientas producidas a partir de las barras de los Aceros A, B, C y D se prepararon del acero para herramientas de alta velocidad comercial del tipo bien conocido AISI T15 de altas características y se trataron térmicamente de acuerdo con la práctica comercial recomendada a una dureza de 67 R_c. Primero, todas las cuchillas de herramientas se ensayaron para su comportamiento en un torno de giro continuo sobre una pieza de trabajo de AISI H13 tratada térmicamente a hasta un número de dureza Brinell de 300. La velocidad de corte fue de 5,11 metros cuadrados por minuto; la alimentación - 0,0254

419865



cm por vuelta; la profundidad de corte de 0,16 cm; ningún refrigerante; punto final del ensayo 0,038 cm de desgaste lateral. Los resultados de la Tabla II muestran que, como se esperaba, la vida de la herramienta se incrementó con el incremento del contenido de carburo de vanadio y la dureza. Los aceros A, B, y C en conjunto fueron notablemente superiores al Acero D así como al acero para herramientas de alta velocidad y de altas características AISI Tipo T15. Dentro del grupo A, B, C, la vida de la herramienta se incrementa desde el Acero A al Acero B y al Acero C, es decir, en el orden del incremento de los contenidos de carbono o de carburo de vanadio, como se esperaba.

Posteriormente se llevaron a cabo ensayos intermitentes con el torno de corte usando una pieza de trabajo AISI H13 de cuatro ranuras tratadas térmicamente a 300 BHN. La velocidad fue de 50 sfpm; la alimentación fue de 0,0254 cm por vuelta; la profundidad del corte 0,16 cm; ningún refrigerante; punto final del ensayo 0,038 cm de desgaste lateral. Por lo menos se llevaron a cabo tres ensayos en cada material para herramientas. Los resultados de la Tabla II revelan un resultado inesperado - la vida de la herramienta de corte intermitente del Acero B (que contiene 1,56 % de carbono) fue notablemente superior a las obtenidas con los Aceros



419865

5 A (de carbono más bajo) y C (de carbono más alto) así como del Acero D (de carbono y vanadio más bajos) y de AISI Tipo T15, el cual es bien conocido como un acero de alta velocidad y altas características. Se indica un contenido de carbono críticamente definido en el acero de la invención en el intervalo de 1,50 a 1,60 %. Este descubrimiento es aún más sorprendente cuando se toma en consideración la dureza más alta del Acero B (R_c 69,5) en comparación con el Acero A (R_c 68,5) y el 10 Acero D (R_c 68,5). Como se explicó aquí anteriormente, a esta más alta dureza, se esperaría que la tenacidad de la cuchilla de herramienta del Acero B, como se demostró por la vida de la herramienta de corte intermitente, disminuiría.

15 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 24 de Octubre de 1972, bajo el N° 300.094, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

25

419865

5



5

REIVINDICACIONES

10

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:

15

1ª.- Un método para producir un artículo de acero de herramientas que tiene una buena combinación de dureza y tenacidad caracterizado porque se densifica una carga de aleación pulverizada previamente aleada de la siguiente composición, en tanto por ciento en peso; de 1,5 a 1,6 de carbono, de 3,5 a 4,5 de cromo, de 2,5 a 3,5 de vanadio, de 9 a 11 de wolframio, de 4,5 a 5,5 de molibdeno, de 8,0 a 12,5 de cobalto, hasta 1 de manganeso, hasta 1 de silicio, de 0,02 a 0,08 de nitrógeno y el resto de hierro, llevándose a cabo dicha densifica-

20

25

25.2.74

- 15 -

N

419865



ción después del calentamiento de dicha carga y con dicha carga a una temperatura elevada para producir un artículo densificado de una densidad mayor del 95 % de la teórica.

5 2ª.- El método de la reivindicación 1ª, caracterizado porque antes de densificar dicha carga se coloca en un recipiente estanco a los gases, dicho recipiente y carga se calientan a una temperatura elevada por encima de aproximadamente 1093°C, 10 el recipiente se bombea para extraer los productos gaseosos de la reacción que resultan de dicho calentamiento y dicha densificación se completa antes del enfriamiento de dicha carga por debajo de aproximadamente 1038°C.

15 3ª.- Un método para producir un artículo de acero de herramientas.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid,

5 MAR 1974

P.A.

Alfonso de Eusebio
Perforación

M
25.2.74
MCM

CRUCIBLE INC. I/II

419865

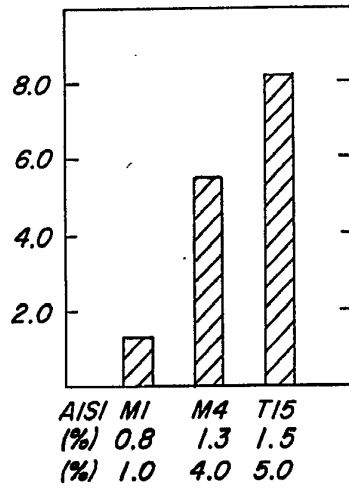


FIG. 1

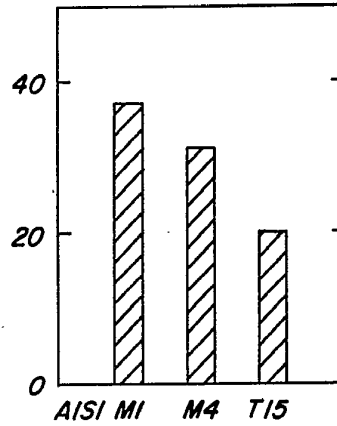


FIG. 2

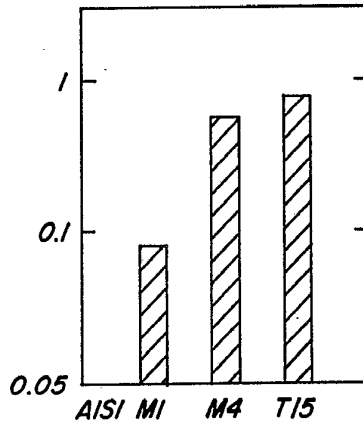


FIG. 3

Alberto H. Fluckiger
Per Reclam

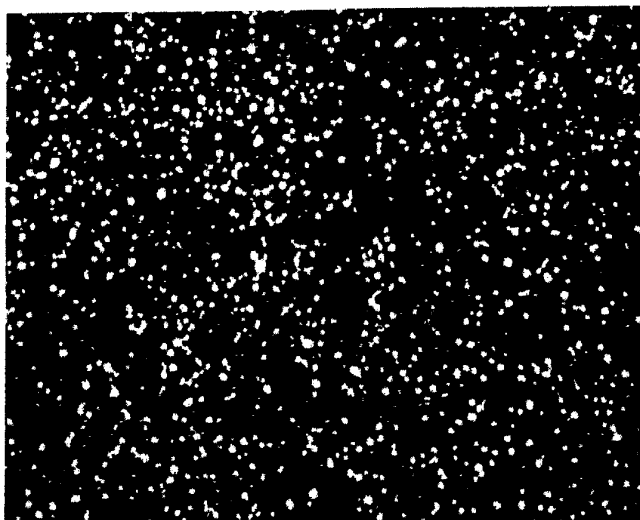


FIG. 4

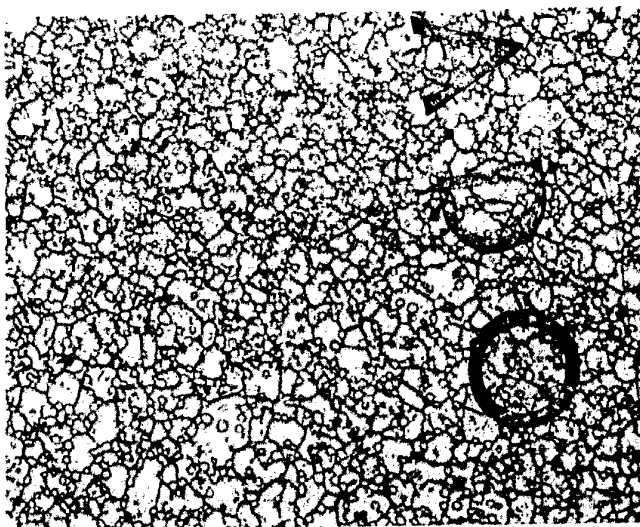


FIG. 5

APPROVED BY ELECTRO
FOR TOUCH

Handwritten signature