

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 801**

51 Int. Cl.:

B22F 1/00 (2006.01)

C10M 169/04 (2006.01)

C22C 33/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2015 PCT/EP2015/061313**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15177300**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2015 E 15727906 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 3145660**

54 Título: **Polvo de metal**

30 Prioridad:

23.05.2014 GB 201409250

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

04.07.2018

73 Titular/es:

**HÖGANÄS AB (PUBL) (100.0%)
Bruksgatan 35
26383 Höganäs, SE**

72 Inventor/es:

**AHLIN, ÅSA y
JOHANSSON, PETER**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 674 801 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

Polvo de metal

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una composición de polvo de metal nueva para la industria pulvimetalúrgica. Particularmente la invención se refiere a una composición de polvo basado en hierro esponjoso que incluye un lubricante para mejorar las propiedades, la compactación y el procesamiento de polvo.

10

Antecedentes de la invención

En la industria, está extendiéndose cada vez más el uso de productos metálicos elaborados compactando y sinterizando composiciones de polvo basado en hierro. Los requisitos de calidad de estos productos metálicos se elevan continuamente y, como consecuencia, es necesario desarrollar nuevas composiciones de polvo que tengan propiedades mejoradas.

15

Existe, por tanto, una necesidad de mejorar las propiedades de polvo, el procedimiento de compactación y también el procedimiento de sinterización. Los parámetros que pueden mejorarse son, por ejemplo, las características del polvo de metal en sí mismo, o el tipo o las características de diversos aditivos. Los aditivos pueden incluir elementos de aleación, agentes de flujo, lubricantes, agentes de potenciación de maquinabilidad o materiales de fase dura. Como lubricantes para aplicaciones PM de baja densidad, se usan comúnmente estearato de cinc o cera de amida debido a su buen rendimiento global.

20

En cuanto a las características del polvo de metal en sí mismo, el interés se ha centrado en el uso de polvo de metal atomizado, y en particular en el uso del mismo junto con ciertos tipos de lubricante. El polvo de metal atomizado puede prepararse mediante la desintegración de una corriente fina de metal fundido a través del impacto de chorros de energía elevada de un fluido (por ejemplo agua). El polvo de metal atomizado puede ser ventajoso si se busca densidad en verde elevada en partes estructurales de pulvimetalurgia.

25

30

Un primer ejemplo del uso de polvo de metal atomizado junto con lubricantes particulares se encuentra en el documento US 2012/0187611 que comunica el uso de polvo de metal atomizado junto con una combinación lubricante de tres componentes, llamados sustancias A, B y C. La cera de polietileno se prefiere para la sustancia A. Las opciones para sustancia B incluyen amidas de ácidos grasos, bisamidas de ácidos grasos, alcoholes grasos saturados y glicerol de ácidos grasos saturados. La sustancia C es un oligómero de amida que puede tener un peso molecular de entre 500 y 30.000. La sustancia C se usa generalmente como el componente principal del lubricante. Se comunica que la sustancia A tiene un efecto negativo en el comportamiento de expulsión. La sustancia B se usa en una cantidad que es al menos la mitad de la cantidad de la sustancia A, con el fin de compensar este efecto negativo visto en las composiciones de polvo de metal ejemplificadas, que se basan todas en polvos de metal atomizados.

35

40

Un segundo ejemplo se encuentra en el documento US 2001/0027170 que comunica el uso de polvo de metal atomizado junto con una combinación de lubricante de partículas de agregado que tiene un núcleo de un primer lubricante (se prefiere etileno-bis-estearamida (EBS)), estando la superficie del núcleo recubierta con partículas de un segundo lubricante (preferiblemente estearato de cinc). Los ejemplos comunican que esta disposición particular (es decir que tiene partículas del segundo lubricante localizadas en la superficie de las partículas de núcleo del primer lubricante) permite flujo mejorado para las composiciones resultantes que se basan en polvo de metal atomizado, comparada con otras maneras de combinar los lubricantes primero y segundo.

45

50

Un tercer ejemplo se encuentra en el documento US 7.993.429 que comunica el uso de polvo de metal atomizado junto con partículas de lubricante compuesto que tienen un núcleo que comprende un lubricante orgánico sólido, con partículas de carbono finas adheridas a la superficie. Los lubricantes orgánicos sólidos preferidos para el núcleo incluyen ácidos grasos, monoamidas de ácidos grasos y bisamidas de ácidos grasos. Los ejemplos comunican que tener las partículas de carbono adheridas a la superficie de los núcleos orgánicos sólidos ayuda a evitar aglomeración y mejorar flujo para las composiciones resultantes que se basan en polvo de metal atomizado.

55

Otro tipo de polvo de metal es el denominado polvo de hierro esponjoso. Los componentes que se han fabricado compactando polvo de hierro esponjoso tienen una resistencia en verde que es bastante elevada comparada con la resistencia en verde obtenida cuando se compacta, por ejemplo, polvo atomizado. Con el fin de mejorar el rendimiento durante la compactación y expulsión de componentes compactados de las herramientas, se añade normalmente un lubricante a la mezcla de polvo. Esto tiene el inconveniente de, por ejemplo, reducir la velocidad de flujo del polvo que puede provocar tiempo de relleno más largo.

60

En particular, los polvos esponjosos exhiben una velocidad de flujo inferior comparada con el del polvo atomizado. Esto complica adicionalmente el uso de lubricantes en composiciones de polvo basado en hierro esponjoso.

65

Añadir lubricantes usados comúnmente, tales como estearato metálico, a polvo de metal puede dar como resultado depósitos de lubricantes residuales en los hornos usados para sinterizar, y también puede dar como resultado defectos de superficie en el producto final, conduciendo a tasas de desecho más elevadas y mantenimiento costoso.

5 En cuanto a ejemplos de usos de lubricantes con polvos de metal esponjoso, puede hacerse referencia a, por ejemplo, el documento GB 391.155 en el que un ácido graso tal como ácido esteárico, ácido palmítico o ácido oleico puede usarse para lubricar el hierro esponjoso. Un ejemplo más reciente se encuentra en el documento US2010/0116240, en el que se describe una cera sintética tal como cera de etileno-bis-estearamida para su uso con polvo de hierro esponjoso.

10

Sumario de la invención

La presente invención se basa, entre otros, en el sorprendente hallazgo de que para partículas de hierro esponjoso (o partículas basadas en hierro esponjoso), el uso de una combinación de behenamida, estearamida y palmitamida ayuda a abordar la cuestión de la fluidez señalada anteriormente. En particular, el uso de tales combinaciones permite la provisión de composiciones de polvo de metal que tienen excelente fluidez, mientras que proporciona también una densidad aparente adecuada. El uso de tales combinaciones proporciona también ventajas adicionales que resultarán evidentes a partir de la descripción de la invención según se expone a continuación.

15

20 Por tanto, la presente invención se refiere a una composición de polvo de metal que comprende partículas de hierro esponjoso (o partículas basadas en hierro esponjoso) y un lubricante según la reivindicación 1.

El lubricante confiere fuerza de expulsión inferior en el procedimiento de fabricación de componentes compactados, con una influencia negativa mínima en la velocidad de flujo.

25

Descripción detallada de la invención

Se produce hierro esponjoso a partir de la reducción directa de mineral de hierro (en forma de terrones, gránulos o finos) mediante un gas reductor que puede producirse a partir de gas natural o carbón. Tal hierro puede molerse o machacarse para producir partículas. Estas partículas normalmente tienen una forma irregular, área de superficie elevada y porosidad interna. Una pluralidad de tales partículas forma un polvo. El polvo de metal puede recocerse después del molido o machacado.

30

La presente invención proporciona una composición de polvo de metal que comprende (i) partículas de hierro esponjoso o partículas basadas en hierro esponjoso, y (ii) un lubricante que comprende una mezcla de behenamida, estearamida y palmitamida, en la que la cantidad de lubricante está entre el 0,2% en peso y el 1,4% en peso.

35

Las partículas de polvo de hierro esponjoso pueden consistir esencialmente en hierro o pueden estar lo que se denomina basadas en hierro e incluir otros elementos de aleación, tales como C, Cu, Ni o Mo (preferiblemente Cu, Ni o Mo; alternativamente, en una realización particular preferida, se usan tanto C como Cu). Cuando C se usa como elemento de aleación, se usa preferiblemente en la forma de grafito.

40

Por tanto, en un aspecto preferido de la invención el componente (i) de la composición de polvo de metal es partículas basadas en hierro esponjoso que comprenden partículas de hierro esponjoso junto con uno o más de C, Cu, Ni y Mo (como elementos de aleación). En particular, las partículas basadas en hierro esponjoso preferiblemente comprenden partículas de hierro esponjoso junto con partículas de uno o más de C, Cu, Ni y Mo. En ambos de estos aspectos se prefiere que se utilice tanto C como Cu.

45

Preferiblemente a este respecto las partículas basadas en hierro esponjoso comprenden al menos el 80% en peso, más preferiblemente al menos el 90% en peso, y aún más preferiblemente al menos el 95% en peso de partículas de hierro esponjoso. Por tanto, las partículas basadas en hierro esponjoso preferiblemente comprenden el 20% en peso o menos, más preferiblemente el 10% en peso o menos, y aún más preferiblemente el 5% en peso o menos de el/los elemento(s) de aleación (que, según se señala anteriormente, son preferiblemente uno o más de C, Cu, Ni y Mo, normalmente en forma particulada).

50

55

Las composiciones de polvo de metal según la invención contienen polvos de hierro esponjoso o polvos basados en hierro esponjoso, tales como MH80.23, NC100.24 y SC100.26 (disponibles de Höganäs AB, Suecia), opcionalmente al menos un elemento de aleación, y al menos un lubricante.

Los elementos de aleación que pueden añadirse en forma de polvo al polvo de hierro pueden incluir grafito, o polvos de metal distinto de hierro (tales como Cu, Ni o Mo).

60

En una realización preferida, el lubricante para su uso en la presente invención (y preferiblemente también la composición de polvo de metal de la presente invención) está esencialmente libre de lubricantes orgánicos distintos de las amidas de ácidos grasos. En particular, está preferiblemente esencialmente libre de lubricantes orgánicos distintos de las monoamidadas de ácidos grasos preferidas para su uso en la presente invención según se describe en

65

el presente documento. Por tanto, está preferiblemente esencialmente libre de ácidos grasos, bisamidas de ácidos grasos, alcoholes de ácidos grasos, glicerol de ácidos grasos, y/o amidas relativamente pesadas (por ejemplo oligómeros de amida con un peso molecular de 500 g/mol o más). También está preferiblemente esencialmente libre de jabones metálicos, tales como estearato de cinc. Evitar lubricantes que contienen metales tales como jabones metálicos es ventajoso debido a que reduce la cantidad de residuo de "ceniza" indeseable después de que se ha descompuesto el lubricante.

En la invención, el lubricante es una mezcla de behenamida, estearamida y palmitamida. Las cantidades son preferiblemente el 20-50% en peso de estearamida, el 20-50% en peso de palmitamida, y pueden incluir adicionalmente araquidamida, siendo el resto behenamida.

Más preferiblemente, las cantidades son el 25% en peso de estearamida, el 25% en peso palmitamida y el 50% en peso de behenamida.

La presente divulgación se refiere a una composición de polvo de metal que comprende partículas de hierro esponjoso y un lubricante. Preferiblemente, el lubricante es una mezcla de behenamida, estearamida y palmitamida.

El lubricante está preferiblemente en forma particulada. A este respecto, el lubricante puede comprender partículas separadas de cada una de dichas al menos dos amidas de ácidos grasos diferentes. Alternativamente, el lubricante puede ser una mezcla de las diferentes amidas de ácidos grasos en forma particulada (es decir con cada partícula individual comprendiendo generalmente una mezcla de las diferentes amidas de ácidos grasos).

La cantidad de lubricante está entre el 0,2% en peso y el 1,4% en peso, preferiblemente entre el 0,4% en peso y el 1,0% en peso, o más preferiblemente entre el 0,6% en peso y el 1,0% en peso. Por tanto, la composición de polvo de metal de la presente invención comprende el lubricante en tales cantidades.

La temperatura de trabajo del lubricante oscila entre la TA (temperatura ambiente) en la herramienta de compactación y hasta las temperaturas de trabajo estándares en series en producción más largas, por ejemplo ~60°C y hasta 80°C.

En la composición de polvo de metal de la presente invención, las partículas de hierro esponjoso preferiblemente tienen un tamaño de partícula promedio de al menos 5 µm, más preferiblemente al menos 10 µm, aún más preferiblemente al menos 20 µm y aún más preferiblemente al menos 50 µm. Las partículas de hierro esponjoso preferiblemente tienen un tamaño de partícula promedio de 500 µm o menos, más preferiblemente 300 µm o menos, aún más preferiblemente 200 µm o menos y aún más preferiblemente 150 µm o menos.

Los elementos de aleación, cuando se usan, se usan preferiblemente en forma particulada. A este respecto, las partículas de elemento de aleación preferiblemente tienen un tamaño de partícula promedio de al menos 5 µm, más preferiblemente al menos 10 µm, aún más preferiblemente al menos 20 µm y aún más preferiblemente al menos 50 µm. Las partículas de elemento de aleación preferiblemente tienen un tamaño de partícula promedio de 500 µm o menos, más preferiblemente 300 µm o menos, aún más preferiblemente 200 µm o menos y aún más preferiblemente 150 µm o menos.

Según se señala anteriormente, el lubricante puede usarse preferiblemente en forma particulada. A este respecto, las partículas de lubricante preferiblemente tienen un tamaño de partícula promedio de al menos 0,5 µm, más preferiblemente al menos 1 µm, aún más preferiblemente al menos 2 µm y aún más preferiblemente al menos 5 µm. Las partículas de lubricante preferiblemente tienen un tamaño de partícula promedio de 500 µm o menos, más preferiblemente 200 µm o menos, aún más preferiblemente 100 µm o menos y aún más preferiblemente 50 µm o menos.

Según se usa en el presente documento, tamaño de partícula promedio preferiblemente se refiere al tamaño de partícula promedio según se mide por un método de dispersión por difracción láser.

La composición de polvo tiene un mejor flujo lo que aumenta la productividad y calidad del componente final.

El sistema en polvo exhibe fricción baja durante la operación de compactación y reduce las fuerzas de expulsión y las energías de expulsión que tienen lugar durante la expulsión del componente desde la herramienta de compactación. Una reducción de estas energías da como resultado menos desgaste de herramienta y menos defectos de superficie en el producto final.

La resistencia en verde también se mejora y esto mitiga el riesgo de grietas en verde y otros daños "en verde" en componentes antes de la operación de sinterización. Una resistencia en verde superior mejora la eficiencia de la producción y reduce las tasas de desecho en la producción.

Usando el sistema en polvo mezclado nuevo es posible reducir o evitar los defectos de superficie que normalmente aparecen cuando se usan lubricantes convencionales en mezclas de polvo de metal.

La presente invención también proporciona un procedimiento que comprende (i) compactar una composición de polvo de metal de la presente invención según se define anteriormente, y (ii) sinterizar la composición de polvo de metal compactada así obtenida para producir un producto metálico. La presente invención también proporciona un producto metálico obtenible u obtenido mediante un procedimiento de este tipo.

Ejemplo 1

Se prepararon diferentes mezclas metalúrgicas de polvo basado en hierro según la tabla 1. Como polvo basado en hierro se usaron los polvos de hierro esponjoso MH80.23, NC100.24 y SC100.26 (disponibles de Höganäs AB, Suecia). Se usaron además ABC100.30 (polvo de hierro atomizado), Cu-malla 100 al 2% (polvo de cobre de Poemton, Italia), DACu (Distaloy ACu disponible de Höganäs AB, Suecia) y C-UF4 al 0,5% (grafito de Kropfmühl AG, Alemania).

| Marca | Química | Proveedor |
|------------------|---|------------------------|
| X | El 50% de behenamida /el 25% de estearamida/el 25% de palmitamida | Abril industrial waxes |
| Znst | Estearato de cinc | Faci, Reino Unido |
| Cera de amida PM | Étileno-bis-estearamida | Faci, Italia |
| PS | El 50% de palmitato/el 50% de estearamida | Croda, Reino Unido |
| B | EL 17% de behenamida/el 46% de amida araquídica/el 37% de estearamida | |

Tabla 1

| | | |
|------------|----------|---|
| 1 (inv.) | NCx0.4 | NC100.24 + Cu-100 al 2%+ C-UF4 al 0,5% + X al 0,4% |
| 2 (inv.) | NCx0.6 | NC100.24 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + X al 0,6% |
| 3 (inv.) | NCx0.8 | NC100.24 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + X al 0,8% |
| 4 (inv.) | NCx1.0 | NC100.24 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + X al 1,0% |
| 5 (comp.) | NCZ0.8 | NC100.24 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + ZnSt al 0,8% |
| 6 (comp.) | NCA0.8 | NC100.24 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + Cera de amida PM al 0,8% |
| 7 (inv.) | MHx0.8 | MH80.23 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + X al 0,8% |
| 8 (comp.) | MHZ0.8 | MH80.23 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + ZnSt al 0,8% |
| 9 (comp.) | MHA0.8 | MH80.23 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + Cera de amida PM al 0,8% |
| 10 (inv.) | NCB0.8 | NC100.24 + Cu-100 al 2% + C-UF4 al 0,5% + B al 0,8% |
| 11 (comp.) | ABCx0.8 | ABC100.30 + Cu al 1,5%(DACu) + C-UF4 al 0,5% + X al 0,8% |
| 12 (comp.) | ABCA0.8 | ABC100.30 + Cu al 1,5%(DACu) + C-UF4 al 0,5% + Cera de amida PM al 0,8% |
| 13 (comp.) | ABCPS0.8 | ABC100.30 + Cu al 1,5%(DACu) + C-UF4 al 0,5% + PS al 0,8% |

Tabla 2. Mezclas metalúrgicas de polvo basado en hierro preparadas

La velocidad de flujo de tipo Hall (FH) se midió según el flujo Gustavsson (FG) de la norma ISO 4490 y según la norma ISO13517:2013 y la densidad aparente se midió según la norma ISO 3923.

| Mezcla | | AD (g/cm ³) | FH (s/50 g) | FG (s/50 g) |
|------------|----------|----------------------------|----------------|----------------|
| 1 (inv.) | NCx0.4 | 2,49 | 32 | 36 |
| 2 (inv.) | NCx0.6 | 2,49 | 33 | 36 |
| 3 (inv.) | NCx0.8 | 2,5 | 33 | 37 |
| 4 (inv.) | NCx1.0 | 2,5 | 34 | 38 |
| 5 (comp.) | NCZ0.8 | 2,72 | 35 | 41 |
| 6 (comp.) | NCA0.8 | 2,5 | 39 | 45 |
| 7 (inv.) | MHx0.8 | 2,34 | 34 | 35 |
| 8 (comp.) | MHZ0.8 | 2,45 | 35 | 37 |
| 9 (comp.) | MHA0.8 | 2,32 | 40 | 41 |
| 10 (inv.) | NCB0.8 | 2,47 | 37 | 42 |
| 11 (comp.) | ABCx0.8 | 3,06 | 29 | |
| 12 (comp.) | ABCA0.8 | 3,04 | 30 | |
| 13 (comp.) | ABCPS0.8 | 3,07 | 29 | |

Tabla 3. Velocidad de flujo (FH y FG) y densidad aparente (AD) de mezclas metalúrgicas de polvo basado en hierro

5 La tabla 3 muestra que la nueva mezcla de polvo de hierro esponjoso muestra niveles de densidad aparente iguales a mezclas con cera de amida y se obtuvo la densidad aparente más alta para mezclas con estearato de cinc. Todas las mezclas con X muestran fluidez mejorada según los dos métodos diferentes para medir flujo. Además, la mezcla con -B (mezcla 10) mejoró la fluidez en comparación con la cera de bisamida libre de metales (mezcla 6).

| Polvo de hierro | AD (g/cm ³) | FH (s/50 g) |
|-----------------|----------------------------|----------------|
| NC100.24 | 2,43 | 32 |
| SC100.26 | 2,65 | 30 |
| MH80.23 | 2,30 | 34 |
| ABC100.30 | 2,99 | 23 |

10 Tabla 4. Velocidad de flujo (FH) y AD aparente (AD) de los polvos de metal, sin lubricante

Para todas las mezclas, se midieron las propiedades lubricantes, registrando la energía total por área envuelta necesaria con el fin de expulsar una muestra compactada desde el molde así como la fuerza de expulsión máxima por área envuelta. Los componentes fueron cilíndricos teniendo un diámetro de 25 mm, y una altura de 15 mm, y las presiones de compactación aplicadas fueron 250, 400 y 550 MPa.

15

| Mezcla | | EE250 (J/cm ²) | EE400 (J/cm ²) | EE550 (J/cm ²) | EF250 (N/mm ²) | EF400 (N/mm ²) | EF550 (N/mm ²) |
|------------|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 (inv.) | NCx0.4 | 18,7 | 31,6 | 43,4 | 23,3 | 25,9 | 34,3 |
| 2 (inv.) | Nix0.6 | 19 | 30,2 | 40,8 | 19,5 | 22,7 | 32 |
| 3 (inv.) | NCx0.8 | 18,7 | 29,6 | 37,7 | 18,6 | 24,3 | 32,3 |
| 4 (inv.) | NCx1.0 | 19,9 | 28,5 | 36,5 | 20,8 | 23 | 29,2 |
| 5 (comp.) | NCZ0.8 | 21,9 | 33,2 | 47 | 23,5 | 25,8 | 35,5 |
| 6 (comp.) | NCA0.8 | 22 | 34 | 42,5 | 22,5 | 25,4 | 34,5 |
| 7 (inv.) | MHx0.8 | 17,6 | 27,8 | 37,9 | 21,2 | 23,8 | 29,6 |
| 8 (comp.) | MHZ0.8 | 20,6 | 32,2 | 45,7 | 22,3 | 26 | 32 |
| 9 (comp.) | MHA0.8 | 20,9 | 31,4 | 42,5 | 23 | 24 | 31,9 |
| 10 (inv.) | NCB0.8 | 21,1 | 33,0 | 42,6 | 18,3 | 22,5 | 29,4 |
| 11 (comp.) | ABCx0.8 | 24,6 | 33,3 | 38,9 | 16,1 | 22,7 | 28,1 |
| 12 (comp.) | ABCA0.8 | 25,7 | 33,3 | 38 | 17,2 | 23,8 | 27,2 |
| 13 (comp.) | ABCPS0.8 | 26,6 | 34,6 | 39,9 | 17 | 22,8 | 27 |

20 Tabla 5. Fuerza de expulsión máxima y energía de expulsión

La tabla 5 para las mezclas 1 a 6 muestra que cantidades reducidas de X con NC100.24 dan propiedades similares a mezclas de estearato de cinc y de cera de amida a niveles de lubricante del 0,8%. El uso de B (en mezcla 10) también dio resultados similares. En general, X ha logrado mejores resultados que los ejemplos comparativos excepto para las fuerzas de expulsión estáticas a 550 MPa con SC100.26 como polvo de base.

25 Se midió la resistencia en verde a 6,45 g/cm³ en todas las mezclas preparadas. Se sometió a prueba la resistencia en verde en una barra de ensayo de TRS.

| Mezcla | RV a 6,45 g/cm ³ (N/mm ²) | |
|--------|--|----|
| 1 | NCx0.4 | 24 |
| 2 | NCx0.6 | 24 |
| 3 | NCx0.8 | 23 |
| 4 | NCx1.0 | 23 |
| 5 | NCZ0.8 | 12 |
| 6 | NCA0.8 | 15 |
| 7 | MHx0.8 | 31 |
| 8 | MHZ0.8 | 21 |
| 9 | MHA0.8 | 24 |
| 10 | NCB0.8 | 19 |

Tabla 6. Resistencia en verde

5 La comparación de resistencia en verde para mezclas de NC100.24 muestra mejoras del 50 al 75% cuando se usa X y se vieron también mejoras cuando se usó B. Para mezclas con MH80.23 el aumento de la resistencia en verde fue del 30 al 50% mejor con X.

REIVINDICACIONES

1. Composición de polvo de metal que comprende (i) partículas de hierro esponjoso o partículas basadas en hierro esponjoso, y (ii) un lubricante que comprende una mezcla de behenamida, estearamida y palmitamida en la que la cantidad de lubricante está entre el 0,2% en peso y el 1,4% en peso.
5
2. Composición de polvo de metal según la reivindicación 1, en la que el componente (i) de la composición de polvo de metal es partículas basadas en hierro esponjoso que comprenden partículas de hierro esponjoso junto con uno o más de C, Cu, Ni y Mo.
10