

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 374**

51 Int. Cl.:

C23C 4/08 (2006.01)
C23C 4/129 (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01)
C22C 38/52 (2006.01)
C22C 38/54 (2006.01)
B23K 26/144 (2014.01)
B23K 26/342 (2014.01)
B23K 103/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.08.2017** **PCT/EP2017/069504**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.02.2018** **WO18024763**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2017** **E 17746483 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019** **EP 3314033**

54 Título: **Aleación basada en hierro para la manufactura de capas resistentes al desgaste inyectadas térmicamente**

30 Prioridad:

05.08.2016 DE 102016114533

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.02.2020

73 Titular/es:

FLOWSERVE FLOW CONTROL GMBH (100.0%)
Rudolf-Plank-Strasse 2
76275 Ettlingen, DE

72 Inventor/es:

MÖHWALD, KAI y
TIGGEMANN, FELIX

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 744 374 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

Aleación basada en hierro para la manufactura de capas resistentes al desgaste inyectadas térmicamente

La invención se refiere a una aleación basada en hierro para la producción de capas protectoras contra el desgaste aplicadas térmicamente. En las capas protectoras contra el desgaste se puede tratar de capas protectoras contra el

5 desgaste inyectadas térmicamente o capas protectoras contra el desgaste, que se producen en el procedimiento de recargue por soldadura de polvo láser.

Las capas protectoras contra el desgaste inyectadas térmicamente, se producen mediante denominada inyección térmica, de tal manera que, en este caso, la aleación suministrada o bien, en general, el material de inyección se une o bien se separa por fusión bajo calor y el material de inyección, que se encuentra en el estado plástico, se

10 proyecta en forma de partículas contra una superficie a ser revestida. Las partículas calentadas y plastificadas alcanzan la superficie a ser revestida y ahí se ligan o bien se sujetan mecánicamente. Para ello, en la práctica, se recurre a quemadores de revestimiento, que calientan el material de revestimiento y mediante un chorro de gas lo transportan a la pieza componente. También pueden entrar en aplicación pistolas pulverizadoras, las cuales se utilizan tanto para calentar la aleación al igual que también para la expulsión de la aleación plástica en partículas.

El suministro de material de inyección puede, fundamentalmente, tener lugar de manera que el material de inyección o bien la aleación basada en hierro, en el caso de ejemplo, se suministra o bien se transporta como polvo y, mediante el quemador de revestimiento, se proyecta contra la superficie a ser revestida. Con ayuda de un gas portador se puede absorber el polvo y transportarse a la superficie a ser revestida. Alternativo a esto, como material de inyección, sin embargo, también se puede utilizar una barra de material o un alambre a partir de la aleación

15 basada en hierro, el cual dentro de la pistola pulverizadora o bien pistola de revestimiento se proyecta para fundirse y, con ayuda de un chorro de gas, en forma de partículas contra la superficie a ser revestida.

El quemador de revestimiento o bien pistola de revestimiento frecuentemente utilizado, sirve, en este contexto, tanto para que se caliente el material de inyección así como para que las partículas creadas se proyecten contra la superficie a ser revestida. Siempre que en este punto se utilice una barra o un alambre como material de inyección,

25 la aleación basada en hierro está presente en forma de polvo y, por ejemplo, con ayuda de un aglutinante se lleva a la forma de barra. Al separar por fusión el aglutinante se descompone, de modo que a la superficie a ser revestida llegan únicamente los constituyentes de la aleación basada en hierro y ahí se depositan de manera deseada como capa protectora contra el desgaste. Es decir, la superficie a ser revestida se dota con la aleación que forma la capa protectora contra el desgaste.

El material de inyección y, en consecuencia, la aleación basada en hierro en el marco de la invención, puede no solo existir en forma de polvo o de barra así como de alambre, como ya se explicó. Sino que, básicamente, también es posible trabajar con un material de revestimiento en forma de cuerda. En general, lo que importa es que el material de inyección o bien la aleación basada en hierro o, también, el material de revestimiento, en el marco de la invención, dentro y/o fuera de quemadores de revestimiento y, por ejemplo, de la pisto de revestimiento, se una por fusión, se separe por fusión o se funda, o bien, experimente una plastificación adecuada. A continuación, el material de inyección plastificado en forma de partículas se proyecta sobre la superficie a ser revestida. La superficie en cuestión, en este caso, no se separa por fusión.

30 El material de inyección y, en consecuencia, la aleación basada en hierro en el marco de la invención, puede no solo existir en forma de polvo o de barra así como de alambre, como ya se explicó. Sino que, básicamente, también es posible trabajar con un material de revestimiento en forma de cuerda. En general, lo que importa es que el material de inyección o bien la aleación basada en hierro o, también, el material de revestimiento, en el marco de la invención, dentro y/o fuera de quemadores de revestimiento y, por ejemplo, de la pisto de revestimiento, se una por fusión, se separe por fusión o se funda, o bien, experimente una plastificación adecuada. A continuación, el material de inyección plastificado en forma de partículas se proyecta sobre la superficie a ser revestida. La superficie en cuestión, en este caso, no se separa por fusión.

La aplicación térmica de capas protectoras contra el desgaste puede tener lugar, alternativamente, también mediante un denominado recargue por soldadura de polvo láser. En este caso, por lo general, se utiliza el alto rendimiento energético de un láser, para ligar de manera metalúrgica la superficie a ser revestida con un polvo metalúrgico suministrado desde fuera. De esta manera, la estructura de superficie se reacondiciona o bien se mejora la calidad de superficie y la superficie a ser revestida se protege contra el desgaste y/o la corrosión.

40 La aplicación térmica de capas protectoras contra el desgaste puede tener lugar, alternativamente, también mediante un denominado recargue por soldadura de polvo láser. En este caso, por lo general, se utiliza el alto rendimiento energético de un láser, para ligar de manera metalúrgica la superficie a ser revestida con un polvo metalúrgico suministrado desde fuera. De esta manera, la estructura de superficie se reacondiciona o bien se mejora la calidad de superficie y la superficie a ser revestida se protege contra el desgaste y/o la corrosión.

En el proceso del recargue por soldadura de polvo láser, por lo general, un material de aporte en forma de polvo o bien la aleación basada en hierro, en el marco de la invención, se abre por soldadura sobre la superficie a ser revestida. A causa de esto, se produce una capa protectora contra el desgaste exenta de poros y de grietas. Para el recargue por soldadura descrito, láseres adecuados hoy en día son denominados láseres diódicos o láseres de fibra. Por supuesto, también pueden encontrar aplicación láseres de CO₂ existentes o utilizados hasta el momento. Normalmente, en este punto se trabaja en el rango de los casi infrarrojos por encima de 800 nm hasta aprox. 1100 nm.

45 En el proceso del recargue por soldadura de polvo láser, por lo general, un material de aporte en forma de polvo o bien la aleación basada en hierro, en el marco de la invención, se abre por soldadura sobre la superficie a ser revestida. A causa de esto, se produce una capa protectora contra el desgaste exenta de poros y de grietas. Para el recargue por soldadura descrito, láseres adecuados hoy en día son denominados láseres diódicos o láseres de fibra. Por supuesto, también pueden encontrar aplicación láseres de CO₂ existentes o utilizados hasta el momento. Normalmente, en este punto se trabaja en el rango de los casi infrarrojos por encima de 800 nm hasta aprox. 1100 nm.

En el documento US 4 822 415 o bien el documento EP 0 223 202 B1, se describe una aleación basada en hierro para la producción de capas protectoras contra el desgaste inyectadas térmicamente. La aleación basada en hierro conocida de ello, recurre, para la producción de capas protectoras contra el desgaste inyectadas térmicamente, junto a hierro como elemento constituyente principal, esencialmente, a cromo, molibdeno, cobre y boro junto con carbono

50 En el documento US 4 822 415 o bien el documento EP 0 223 202 B1, se describe una aleación basada en hierro para la producción de capas protectoras contra el desgaste inyectadas térmicamente. La aleación basada en hierro conocida de ello, recurre, para la producción de capas protectoras contra el desgaste inyectadas térmicamente, junto a hierro como elemento constituyente principal, esencialmente, a cromo, molibdeno, cobre y boro junto con carbono

y silicio. Además, en el polvo de inyección térmico o bien la aleación basada en hierro, también pueden estar presentes otros constituyentes. En general, de esta manera, debe crearse una capa protectora resistente a la corrosión y al desgaste sobre la superficie a ser revestida.

5 Junto a tales aleaciones basadas en hierro para la producción de capas protectoras contra el desgaste inyectadas térmicamente, en la práctica son conocidas desde hace mucho tiempo aleaciones en forma de polvo y material duro para la producción de una capa protectora contra el desgaste mediante recargue por soldadura, que, esencialmente, presentan níquel y boro así como, adicionalmente, granos de carburo de vanadio depositados, como se describe por ejemplo en el documento DE 689 27 463 T2. En este punto, los granos de carburo de vanadio depositados en la matriz basada en níquel garantizan la dureza deseada del revestimiento.

10 En otro estado de la técnica según el documento DE 36 89 512 T2 se trata de un polvo de inyección térmico, el cual recurre a hierro como elemento constituyente principal. A causa de esto, se debe crear una nueva composición de aleación de hierro compuesta por los elementos principales hierro (Fe), cromo (Cr) y molibdeno (Mo), que debe caracterizarse por una combinación de resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste por fricción y resistencia a la abrasión. Como microdureza alcanzada de esta manera, en los ejemplos se indican valores de 700 a 800 DPH
15 (Diamond Pyramid Hardness) para la dureza Vickers. La norma DIN 50133 mencionada en este punto, ya ha pasado a la norma DIN EN ISO 6507-1.

En el marco del documento JP-H-11293410A se describe una aleación basada en hierro, que, fundamentalmente, junto a hierro, cromo y níquel, contiene otros constituyentes. De esta manera, se debe poner a disposición un revestimiento con gran dureza de la superficie.

20 Las aleaciones basadas en hierro están, en comparación con tales aleaciones basadas en níquel, dotadas con la ventaja fundamental de que, a causa de sus bajos costos, se vuelven cada vez más interesantes para aplicaciones prácticas. En cualquier caso, en relación con las propiedades combinadas de la resistencia a la corrosión y, también, de la dureza de la superficie alcanzada, en comparación con el estado de la técnica según el documento US 4,822,415 B1 o bien el documento EP 0 223 202 B1, todavía son necesarias mejoras para ampliar ámbitos de
25 aplicación. Aquí aplica la invención.

La invención tiene el problema técnico subyacente de perfeccionar una aleación basada en hierro de este tipo para la producción de capas resistentes contra el desgaste aplicadas térmicamente, de modo que, en particular, la dureza de la superficie y la resistencia a la corrosión alcanzables de la capa protectora contra el desgaste producida de ello, están aumentadas en comparación con las formas de realización anteriores, es decir, bajo mejora simultánea de la
30 resistencia contra el desgaste y contra la abrasión.

Para la solución de esta exposición al problema técnico, la invención propone una aleación basada en hierro según la reivindicación 1. Además, es objeto de la invención, un procedimiento para la producción de una capa protectora contra el desgaste aplicada térmicamente sobre un sustrato según la reivindicación 5 o según la reivindicación 8.

35 La capa protectora contra el desgaste aplicada térmicamente en cuestión puede, en este caso, crearse mediante inyección térmica con posterior tratamiento de sinter en el intervalo tixotrópico. Alternativamente, también se puede realizar un recargue por soldadura de polvo láser (láser cladding). Para el caso de la inyección térmica con posterior tratamiento de sinter, el tratamiento de sinter se realiza, preferiblemente, en el intervalo tixotrópico. Es decir, en este caso del 5 % M al 80 % M de la aleación está presente en la masa fundida.

40 En el marco de una variante preferida, la proporción en boro (B) asciende entre el 2 y el 5 % M. Para la proporción de carbono (C) en la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención, se indica, de manera ventajosa, un valor de 0,4 % M a 2,0 % M.

La aleación basada en hierro de acuerdo con la invención descrita anteriormente, se puede aplicar en forma de polvo sobre la superficie a ser revestida mediante la ya descrita inyección térmica y, especialmente, proyección a la llama, así como, preferiblemente, proyección a la llama de alta velocidad (HVOF, por sus siglas en inglés). Otra
45 posibilidad consiste en aplicar la aleación basada en hierro mencionada sobre la superficie a ser revestida mediante el ya descrito procedimiento de recargue por soldadura de polvo láser (láser cladding). En este caso, se crea un baño de fusión sobre la superficie o bien la superficie de material base pertinente. Al mismo tiempo, la aleación basada en hierro se suministra a este baño de fusión para producir la estructura de capa deseada.

50 Siempre que en este contexto se trabaje con un polvo, la invención recomienda que el polvo de aleación en cuestión presente un tamaño de partícula de menos de 500 µm, en particular, menos de 300 µm y, preferiblemente, de menos de 200 µm. En el caso normal, el tamaño de partícula se encuentra entre 10 µm y 200 µm.

Fundamentalmente, la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención, sin embargo, también puede entrar en aplicación como barra de aleación o alambre de aleación en el marco de un proceso de inyección de alambre térmico o bien de un proceso de proyección a la llama de alambre térmico. En este caso, la barra de aleación o el alambre de aleación en cuestión, tiene un diámetro o bien un espesor en el rango de aprox. 1 mm a 5 mm. También en el recargue por soldadura láser se puede trabajar con una barra de aleación o bien un alambre de aleación de este tipo.

Para moldear el polvo de aleación basado en hierro a la barra o al alambre, el polvo en cuestión se liga con ayuda de un aglutinante orgánico, el cual se descompone al proyectarlo. En este caso, se puede tratar de material sintético. Dado que en este contexto, normalmente, se contemplan temperaturas de hasta 1500 ° C, pueden entrar en aplicación aglutinantes orgánicos comunes. Estos ya se descomponen a pocos 100 ° C (cf. DE 103 31 785 A1).

La capa protectora contra el desgaste producida con ayuda de la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención, tiene un espesor de capa en el rango de 50 µm a 2000 µm y más. De hecho, se pueden realizar capas protectoras contra el desgaste con un espesor de capa de hasta 5 mm o bien 5000 µm, o, incluso, 10 mm o bien 10000 µm. En este caso, las partículas proyectadas sobre la superficie a ser revestida en la inyección térmica, normalmente, se aplican con una velocidad de partícula de más de 500 m/seg. En el recargue por soldadura láser, las velocidades de partícula contempladas se encuentran, en el caso normal, por debajo de 500 m/seg. Para la proyección a la llama de alta velocidad, sin embargo, se contemplan velocidades de partícula de más de 500 m/seg. En la proyección a la llama común y, también, en el recargue por soldadura de polvo láser, en este punto se trabaja con velocidades de partícula de hasta 50 m/seg.

Como material base adecuado para el revestimiento se puede utilizar, por ejemplo, acero, de modo que la aleación basada en hierro en cuestión es particularmente adecuada para mejorar correspondientes productos de acero con respecto a las propiedades de desgaste y de corrosión. De hecho, la aleación basada en hierro en cuestión, con un recargue mediante inyección térmica, después del recargue sobre el sustrato pertinente de hierro se sinteriza adicionalmente. El proceso de sinter tiene lugar en el intervalo tixotrópico. Esto quiere decir que el tratamiento de sinter, preferiblemente, se realiza con 5 % M a 80 % M de masa fundida alcanzada de la aleación en cuestión. Además, el proceso de sinter tiene lugar a una temperatura de más de 1000 ° C y, por ejemplo, se realiza en un horno de vacío. Siempre que la aleación basada en hierro se aplique sobre la superficie a ser revestida mediante un procedimiento de recargue por soldadura de polvo láser, un proceso de sinter de este tipo es prescindible.

Mediante el sinterizado, tiene lugar una ligadura metalúrgica de la capa protectora contra el desgaste mediante rociado de la superficie de sustrato con proporciones de fase de fusión a partir del material de revestimiento o bien de la aleación basada en hierro aplicada. Además, mediante el posterior proceso de sinter, normalmente, se llega a una reducción de la porosidad de la capa protectora contra el desgaste.

La capa protectora contra el desgaste producida de esta manera con ayuda de la aleación basada en hierro descrita, se caracteriza, en primer lugar, mediante una hermeticidad particularmente alta, que se puede medir mediante la porosidad alcanzable. De hecho, en el marco de la invención, se contemplan valores para la porosidad que están asentados por debajo del 1 %. Después del proceso de sinter descrito anteriormente, la porosidad se encuentra notablemente por debajo del 1 % y, en el caso normal, está incluso asentada en menos del 0,5 %. En particular, después del proceso de sinter, se contemplan incluso porosidades por debajo del 0,3 % así como, preferiblemente, de menos del 0,2 %.

Como de costumbre, la porosidad califica la relación del volumen de espacio hueco con el volumen total. El volumen de espacio hueco representa la totalidad de todos los volúmenes de espacio hueco en comparación con el volumen total. Los valores correspondientes se pueden determinar, por ejemplo, en un corte a través del revestimiento y una captación electrón-microscópica. En cualquier caso, mediante la porosidad alcanzada de la capa protectora contra el desgaste, recurriendo a la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención, se hace evidente que el revestimiento es muy denso y, en conjunto, tiene una estructura de carburo distribuida dispersa fina. Esto está basado en las propiedades que fluyen por sí mismas, que resultan a partir de los elementos de aleación boro y silicio. Por consiguiente, se llega a una zona de ligadura particularmente homogénea, exenta de poros entre el sustrato o bien la superficie a ser revestida y el material de revestimiento o bien la aleación basada en hierro. Como consecuencia de esto, se contempla una resistencia a la corrosión particularmente alta, así como una dureza total significativamente alta.

El carácter que fluye por sí mismo de la aleación de acuerdo con la invención, en el sinterizado en el intervalo tixotrópico se puede atribuir, sustancialmente, a que los óxidos que se encuentran en la superficie se pueden disolver o bien romper. De esto, en la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención, se ocupa principalmente el constituyente boro (B). De hecho, en el proceso de sinter como reacción química con la superficie

del sustrato se forma ácido bórico, el cual disuelve los óxidos sobre la superficie y, por lo tanto, garantiza el carácter que fluye por sí mismo.

La alta dureza total de la capa protectora contra el desgaste producida, resulta a causa de los valores medidos para la dureza Vickers, que, de acuerdo con la invención, asciende al menos a 800 HV_{0,3}. Es decir, la dureza Vickers se ha determinado en este contexto considerando una carga de prueba de 0,3 kg (cf. para la determinación la Norma DIN EN ISO 6507.1: 2005 a -4: 2005). En este caso, puede incluso estar presente una dureza total de la capa protectora contra el desgaste producida con ayuda de la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención, de más de 900 HV_{0,3}. Esta dureza supera aquella de aleaciones de matriz de Ni, como se describen en el documento DE 689 27 463 T2. De hecho, aquí se contemplan valores de menos de 600 HV.

Con respecto a la estabilidad aumentada frente a la corrosión, se puede determinar la resistencia contra la corrosión mediante retirada de la capa protectora contra el desgaste. Para ello, se determinó la denominada tasa de corrosión en mm/año mediante retirada de la capa protectora contra el desgaste de la superficie en cuestión recurriendo a una solución de ácido. Por ejemplo, se ha empleado una solución al 10 % de ácido clorhídrico (HCl) a 25 ° C o bien temperatura ambiente y teniendo en cuenta un tiempo de actuación de hasta 3 horas. En este caso, se determinaron tasas de corrosión de menos de 50 mm/año y, en particular, incluso de menos de 30 mm/año y, preferiblemente, de menos de 2 mm/año, de modo que se puede hablar de una estabilidad frente a la corrosión excepcionalmente buena. También se pueden contemplar resultados comparables con el tratamiento de la aleación basada en hierro descrita, para el caso que ésta se aplique mediante un recargue por soldadura láser sobre la superficie a ser revestida.

Si se comparan las tasas de corrosión alcanzadas de acuerdo la invención de menos de 50 mm/año y, en particular, menos de 30 mm/año, preferiblemente, de menos de 2 mm/año, con los valores en el marco del documento DE 36 89 512 T2, indicados, por ejemplo, en la tabla 2 para las aleaciones no. 1 y 2, de esta manera, llama la atención que en el estado de la técnica se contemplan tasas de corrosión considerablemente más altas y la dureza de la capa protectora contra el desgaste realizada de esta manera, con 700 a 800 HV, está asentada por debajo de las durezas Vickers que se pueden alcanzar con la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención. Puesto que aquí se contemplan durezas Vickers de la capa protectora contra el desgaste producida de más de 800 HV_{0,3} y, en particular, incluso de más de 900 HV_{0,3}. El aumento de la dureza de la superficie alcanzada de la capa protectora contra el desgaste con, al mismo tiempo, resistencia a la corrosión considerablemente más alta en la invención en comparación con el estado de la técnica según el documento DE 36 89 512 T2, se puede probablemente atribuir a que en la aleación basada en hierro de acuerdo con la invención, está presentes, adicionalmente a los constituyentes indicados en níquel, cobalto y wolframio, en unión con una proporción de cromo aumentada en comparación con la composición según el Ejemplo 1 del documento DE 36 89 512 T2 en el estado de la técnica. Además, la aleación de acuerdo con la invención, pese al molibdeno (Mo) ausente, es capaz de lograr las tasas de corrosión reducidas descritas.

Ejemplo de realización

Se proporcionó una aleación basada en hierro para la producción de una capa protectora contra el desgaste inyectada térmicamente, con los constituyentes principales:

Fe 45,8 % M;
Cr 24,0 % M;
Ni 5,0 % M;
Co 5,0 % M;
Cu 5,0 % M;
W 5,0 % M;
Si 6,0 % M;
B 3,5 % M y
C 0,7 % M.

La aleación basada en hierro en cuestión y mencionada previamente, se aplicó sobre una superficie de acero como polvo de aleación con un tamaño de partícula de menos 200 µm, mediante proyección a la llama con ayuda de una pistola pulverizadora a la llama de polvo. En este caso, en detalle, entró en aplicación una pistola pulverizadora a la llama bajo utilización de argón como gas portador. Alternativamente a esto, también se puede trabajar con una pistola pulverizadora a la llama de alta velocidad, como se describe a modo de ejemplo y no de limitación en la patente EP 0 412 355 B1. De esta manera, sobre la superficie de acero se crea una capa de protectora contra el desgaste con un espesor de capa de aprox. 200 µm, que, mayoritariamente, está configurada amorfa.

- 5 La porosidad medida estaba asentada en menos del 0,2 %. Este valor para la porosidad se ha ajustado en el proceso de sinter en el intervalo tixotrópico. Fundamentalmente, la capa protectora contra el desgaste de acuerdo con la invención aplicada, después de la proyección a la llama/proyección a la llama de alta velocidad, se trata en un horno de vacío u horno de gas protector, a una temperatura de más de 1000 ° C. El tiempo de tratamiento ascendió entre 10 min y 20 min. De esta manera, se ha ajusta la porosidad indicada de menos del 0,2 %. Además, se pudo contemplar una estructura de carburo distribuida dispersa fina de la capa protectora contra el desgaste con dureza total alta de aprox. 900 a 950HV_{0,3}. La tasa de corrosión ascendió, en el caso de ejemplo, a aprox. 1 mm/año.

REIVINDICACIONES

1. Aleación basada en hierro para la producción de capas protectoras contra el desgaste aplicadas térmicamente, la cual terminada presenta los siguientes constituyentes:

- 5 Fe 24 a 66 % M;
 Cr 20 a 30 % M;
 Ni 2 a 8 % M;
 Co 3 a 8 % M;
 Cu 3 a 9 % M;
10 W 2 a 8 % M y
 Si 2 a 8% M

así como menos de en total 6 % M para B y/o C.

2. Aleación según la reivindicación 1, caracterizada por que B está presente de 2 a 5 % M.

3. Aleación según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que la proporción para C se encuentra asentada en el intervalo de 0,4 % M a 2,0 % M.

- 15 4. Aleación según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que está presente en forma de polvo con un tamaño de partícula de menos de 200 µm.

5. Procedimiento para la producción de una capa protectora contra el desgaste aplicada térmicamente sobre un sustrato, según el cual se aplica una aleación basada en hierro según una de las reivindicaciones 1 a 4 sobre el sustrato mediante inyección térmica.

- 20 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que la inyección térmica es una proyección a la llama y, preferiblemente, proyección a la llama de alta velocidad.

7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que la aleación basada en hierro se sinteriza en el intervalo tixotrópico.

- 25 8. Procedimiento para la producción de una capa protectora contra el desgaste aplicada térmicamente sobre un sustrato, según el cual se aplica una aleación basada en hierro según una de las reivindicaciones 1 a 4 sobre el sustrato mediante recargue por soldadura láser.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que en el recargue por soldadura láser se trata de un recargue por soldadura de polvo láser.