



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 0716637-0 A2**

(22) Data de Depósito: 12/06/2007
(43) Data da Publicação: 26/12/2012
(RPI 2190)



(51) *Int.Cl.:*
C22C 37/08

(54) Título: LIGA DE FERRO FUNDIDO ESTÁVEL À TEMPERATURA E SEU RESPECTIVO USO

(30) Prioridade Unionista: 08/09/2006 DK PA200601154

(73) Titular(es): Flsmidth A/S

(72) Inventor(es): Karlsson, Asger, Kirkegaard Stage, Rasmus

(74) Procurador(es): Magnus Aspeby e Claudio Szabas

(86) Pedido Internacional: PCT IB2007052213 de 12/06/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/029304de
13/03/2008

(57) Resumo: LIGA DE FERRO FUNDIDO ESTÁVEL A TEMPERATURA E USO DA DITA LIGA. A presente invenção se refere a uma liga de ferro fundido que é estável à temperatura e apresenta uma alta resistência ao desgaste em temperaturas entre 500 e 900°C. A liga é caracterizada pelo fato de apresentar a seguinte composição expressa em percentagem por peso: cromo: 15,0- 20,0%; carbono: 1,0-2,0%; manganês: 0,8-1,2%; silício: 1,2- 1,5%; níquel: 1,5-2,5%; balanço: ferro; e contendo inevitáveis contaminantes metálicos e não-metálicos, onde os contaminantes não-metálicos compreendem nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre. Assim, é obtida uma liga de ferro fundido que apresenta uma superior resistência ao desgaste e uma reduzida tendência de formar a indesejável fase sigma, quando aquecida em temperaturas entre 500 e 900°C, ao se comparar com ligas já conhecidas.

**"LIGA DE FERRO FUNDIDO ESTÁVEL À TEMPERATURA E USO DA DITA
LIGA"**

A presente invenção se refere a uma liga de ferro
5 fundido que é estável à temperatura, tendo uma alta
resistência ao desgaste sob temperaturas variando entre 500
e 900°C.

Muitas das indústrias usam máquinas contendo
peças de máquina que sofrem de significativo desgaste, sob
10 temperaturas relativamente altas, por exemplo, acima de
500°C. Por exemplo, na indústria de fabricação de cimento,
um dispositivo chamado de resfriador de clínquer é usado
para resfriamento do clínquer de cimento, o qual é
introduzido no dito dispositivo, proveniente de um forno
15 anterior, sob uma temperatura variando entre 1300 e 1450°C.
O clínquer de cimento é dirigido para o dispositivo
resfriador de clínquer mediante meios apropriados de
transporte, os quais, tipicamente, são feitos de alguma
forma de elementos que se alternam na direção do movimento
20 do clínquer, dessa forma, sendo expostos a significativo
desgaste sob temperaturas variando entre 500 e 900°C.

Do documento de patente WO 2004/104253 é
conhecida uma liga de ferro fundido resistente ao desgaste,
tendo a seguinte composição expressa em percentagem por
25 peso:

- cromo: 12-25%;
- carbono: 1,5-6%;
- manganês: 2-7%;

- silício: até 1,5%;
- molibdênio: até 2%;
- níquel: até 4%;
- elementos de microliga selecionados do grupo que consiste
- 5 de titânio, zircônio, nióbio, boro, vanádio e tungstênio: até 2% de cada um ou mais desses elementos; e
- balanço: ferro

De acordo com essa publicação, a liga é submetida a tratamento térmico, a fim de proporcionar à mesma uma

10 matriz martensítica. Esse tipo de matriz é bastante duro e quebradiço e os elementos de máquinas fabricados de tal material são propensos a rachaduras ou fissuras, caso submetidos a impactos ou golpes. Além disso, esse tipo de matriz não apresenta estabilidade térmica devido ao seu

15 amolecimento sob temperaturas superiores a 400°C.

O Requerente do presente Pedido de Patente também possui experiência com relação a uma liga de ferro fundido de acordo com o padrão Europeu 10295 (2002), material G-X40 CrNiSi25-12, Material No. 1.4837, o qual apresenta a

20 seguinte composição expressa em percentagem por peso:

- cromo: 24-27%;
- carbono: 0,3-0,5%;
- manganês: até 2%;
- silício: 1,0-2,5%;
- 25 - molibdênio: até 0,5%;
- níquel: 11,0-14,0%;
- fósforo: até 0,040%; e
- enxofre: até 0,030%;

e uma versão modificada tendo a seguinte composição expressa em percentagem por peso:

- cromo: 24-26%;
- carbono: 0,7-0,9%;
- 5 - manganês: 0,6-1,0%;
- silício: 1,5-2,0%; e
- níquel: 2,5-3,5%.

A experiência com esses dois materiais mostrou que depois de prolongado aquecimento em temperaturas entre
10 500 e 900°C, ambos os materiais tendem a formar uma fase sigma, que é uma fase inter-metálica quebradiça, consistindo de partes iguais de ferro e cromo, e devido essa fase ser quebradiça, tais materiais não são resistentes ao desgaste.

15 Constitui um objetivo da presente invenção, proporcionar uma liga de ferro fundido tendo uma alta resistência ao desgaste e uma reduzida tendência de formar uma fase sigma sob temperaturas entre 500 e 900°C, quando comparado com as ligas de ferro fundido atualmente
20 disponíveis.

De acordo com a invenção, tal objetivo é alcançado mediante uma liga de ferro fundido que apresenta a seguinte composição expressa em percentagem por peso:

- cromo: 15,0-20,0%;
- 25 - carbono: 1,0-2,0%;
- manganês: 0,8-1,2%;
- silício: 1,2-1,5%;
- níquel: 1,5-2,5%; e

- balanço: ferro;

contendo inevitáveis contaminantes metálicos e não-metálicos, onde os contaminantes não-metálicos compreendem nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre.

5 Dessa forma, é obtida uma liga de ferro fundido tendo uma alta resistência ao desgaste, e uma reduzida tendência a formar a indesejada fase sigma se aquecida a temperaturas entre 500 e 900°C, quando comparado com as ligas conhecidas anteriormente mencionadas.

10 Experimentos de laboratório realizados pelo Requerente do presente Pedido de Patente indicaram que a liga de acordo com a invenção apresenta características significativamente aperfeiçoadas de resistência ao desgaste, se comparado com a liga de acordo com o padrão
15 Europeu 10295 e a versão modificada da mesma, conforme definido acima. Os resultados de testes mostram que a liga de acordo com a invenção apresenta uma resistência ao desgaste que é de aproximadamente dezessete vezes maior que aquela da liga de acordo com o padrão Europeu 10295 e sete
20 vezes maior que aquela da versão modificada. A aperfeiçoada resistência ao desgaste pode principalmente ser atribuída à otimização da proporção de carbono-cromo, o que resulta na ótima formação de carbeto de cromo que constituem o componente da liga resistente ao desgaste.

25 Além disso, foram realizados experimentos de laboratório em um período de 8 semanas, durante os quais a liga de acordo com a invenção foi submetida a tratamento térmico sob uma temperatura de 500°C, com subsequente exame

de microscopia, tendo a liga mostrado significativa estabilidade térmica, devido a ausência de sinais de formação de fase sigma.

A fim de evitar uma significativa deterioração das características mecânicas da liga de ferro, os contaminantes não-metálicos compreendendo nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre não devem exceder aos limites máximos especificados abaixo:

- nitrogênio: máximo de 0,020;
- 10 - oxigênio: máximo de 10 ppm;
- fósforo: máximo de 0,040; e
- enxofre: máximo de 0,030.

A liga de ferro fundido de acordo com a invenção, preferivelmente, compreende de 16,0-19,0% em peso de cromo, mais preferivelmente, 16,5-18,5% em peso e mais ainda preferivelmente, 17,0-18,0% em peso de cromo.

Além disso, a liga de ferro fundido de acordo com a invenção compreende, preferivelmente, 1,2-1,8% em peso de carbono, mais preferivelmente, 1,4-1,6% em peso de carbono.

20 A liga de ferro fundido de acordo com a invenção, preferivelmente, apresenta uma matriz austenítica-ferrítica.

A liga de ferro fundido pode ser fabricada e fundida dentro de moldes, usando técnicas geralmente conhecidas.

A liga de ferro fundido descrita é particularmente adequada para uso em conexão com peças de máquinas em resfriadores de clínquer, para resfriamento de clínquer de cimento.

REIVINDICAÇÕES

1. Liga de ferro fundido estável à temperatura, apresentando uma alta resistência ao desgaste em
5 temperaturas entre 500 e 900°C, **caracterizada** pelo fato de apresentar a seguinte composição expressa em percentagem por peso:

- cromo: 15,0-20,0%;
- carbono: 1,0-2,0%;
- 10 - manganês: 0,8-1,2%;
- silício: 1,2-1,5%;
- níquel: 1,5-2,5%;
- balanço: ferro;

contendo inevitáveis contaminantes metálicos e não-
15 metálicos, onde os contaminantes não-metálicos compreendem nitrogênio, oxigênio, fósforo e enxofre.

2. Liga de ferro fundido estável à temperatura, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de
20 compreender 16,0-19,0 % em peso de cromo.

3. Liga de ferro fundido estável à temperatura, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo fato de compreender 16,5-18,5 % em peso de cromo.

25

4. Liga de ferro fundido estável à temperatura, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato de compreender 17,0-18,0 % em peso de cromo.

5. Liga de ferro fundido estável à temperatura, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de compreender 1,2-1,8 % em peso de carbono.

5

6. Liga de ferro fundido estável à temperatura, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada** pelo fato de compreender 1,4-1,6 % em peso de carbono.

10

7. Liga de ferro fundido estável à temperatura, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de apresentar uma matriz austenítica-ferrítica.

15

8. Uso de uma liga de ferro fundido de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o referido uso se faz em peças de máquinas de resfriadores de clínquer, para resfriamento de clínquer de cimento.

RESUMO**"LIGA DE FERRO FUNDIDO ESTÁVEL À TEMPERATURA E USO DA DITA
LIGA"**

5

A presente invenção se refere a uma liga de ferro fundido que é estável à temperatura e apresenta uma alta resistência ao desgaste em temperaturas entre 500 e 900°C. A liga é caracterizada pelo fato de apresentar a seguinte
10 composição expressa em percentagem por peso: cromo: 15,0-20,0%; carbono: 1,0-2,0%; manganês: 0,8-1,2%; silício: 1,2-1,5%; níquel: 1,5-2,5%; balanço: ferro; e contendo inevitáveis contaminantes metálicos e não-metálicos, onde os contaminantes não-metálicos compreendem nitrogênio,
15 oxigênio, fósforo e enxofre. Assim, é obtida uma liga de ferro fundido que apresenta uma superior resistência ao desgaste e uma reduzida tendência de formar a indesejável fase sigma, quando aquecida em temperaturas entre 500 e 900°C, ao se comparar com ligas já conhecidas.