



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

(11) PI 0306731-9 B1

(22) Data do Depósito: 08/01/2003

(45) Data de Concessão: 31/05/2016



* B R P I 0 3 0 6 7 3 1 B 1 *

(54) Título: PELOTA PLANEJADA PARA INOCULAÇÃO TARDIA DE FERROS FUNDIDOS

(51) Int.Cl.: B22D 1/00; C21C 1/10

(30) Prioridade Unionista: 10/01/2002 US 10/043,655

(73) Titular(es): FERROPEM

(72) Inventor(es): THOMAS MARGARIA

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PELOTA PLANEJADA PARA A INOCULAÇÃO TARDIA DE FERROS FUNDIDOS"**.

Campo da Invenção

[001] A presente invenção refere-se ao tratamento tardio, também chamado "no molde", de ferros fundidos líquidos planejados para a produção de peças para as quais é desejado que se obtenha uma estrutura livre de carbonetos de ferro.

[002] O tratamento a que se refere é principalmente um tratamento de inoculação.

[003] O tratamento "no molde" consiste em colocar-se o produto do tratamento do ferro fundido no sistema de lingotamento do ferro fundido líquido.

Técnica anterior

[004] O ferro fundido é uma liga de ferro-carbono-silício bastante conhecida usada amplamente para a produção de peças mecânicas. É sabido que, de forma a alcançar boas propriedades mecânicas para essas peças, é necessário obter-se no final uma estrutura de ferro + grafite enquanto se evita tanto quanto possível a formação de carbonetos de ferro do tipo Fe_3C que fragilizam a liga.

[005] Assim, pode ser preferível que a grafite formada seja esferoidal, se for necessário um ferro fundido de grafite esferoidal chamado "ferro SG", ao invés de lamelar, se for necessário um ferro fundido de grafite lamelar chamado "ferro LG", mas a condição prévia essencial a ser atingida é evitar a formação de carboneto de ferro.

[006] Para essa finalidade, o ferro fundido líquido é submetido antes do lingotamento a um tratamento de inoculação, o qual, à medida que resfria, favorecerá a aparição de grafite ao invés de carboneto de ferro.

[007] O tratamento de inoculação é, portanto, muito importante. É

de fato muito conhecido que a inoculação, quaisquer que sejam os inoculantes usados, tem uma eficácia no ferro fundido líquido que se reduz com o tempo e que, geralmente, já está reduzida em 50% após poucos minutos. Para se obter uma eficácia máxima, os versados na técnica praticam geralmente uma inoculação progressiva, aplicando a esse produto várias adições de inoculantes em etapas diferentes do desenvolvimento do ferro fundido; a adição final é feita "no molde" à medida que os moldes são alimentados ou mesmo nos condutos dos moldes colocando-se no caminho do ferro fundido líquido inserções constituídas de um material inoculante. Essas inserções são usadas geralmente em associação com um filtro; nesse caso eles geralmente têm uma forma perfeitamente definida de forma a ser capaz de ser fixado no filtro, mais freqüentemente em uma cavidade adaptada; essas inserções de forma definida são conhecidas como pelotas. Será denotada pelo nome de "filtro inoculante" a unidade constituída pela geratriz e pelo filtro.

[008] Há dois tipos de pelotas:

- pelotas "moldadas" obtidas pela moldagem do inoculante fundido.

- pelotas aglomeradas obtidas de um pó prensado geralmente com muito pouco agente aglutinante, ou mesmo sem agente de aglutinação.

[009] Pelotas moldadas são consideradas, pelos versados na técnica, como sendo de melhor qualidade; entretanto as pelotas aglomeradas são freqüentemente preferidas por eles por razões de custo.

Objetivo da Invenção

[0010] O objetivo da invenção é uma pelota, projetada para inoculação tardia de ferros fundidos, obtidas pela aglomeração de um inoculante em pó, caracterizada pelo fato de que a proporção de massa da fração granulométrica de 50 - 250 microns do inoculante em pó do

qual as pelotas são constituídas está compreendida entre 35 e 60%, e preferivelmente entre 40 e 50%, e a proporção de massa da fração granulométrica abaixo de 50 microns é menor que 25%, e preferivelmente 20%. O tamanho de partículas do pó é preferivelmente menor que 1 mm.

Descrição da Invenção

[0011] Os versados na técnica que praticam a inoculação nos diferentes estágios do desenvolvimento do ferro fundido usam produtos que são todos tanto mais finos quanto mais tarde o inoculante for adicionado ao processo; a lógica é que mais adiante os produtos têm todo o tempo necessário para se dissolver e que quando eles alcançam o interior dos moldes eles têm apenas alguns poucos segundos até a solidificação.

[0012] Dessa forma, o suporte de granulometria 2/10 mm é atualmente usado na pré-inoculação, 0,2/2 mm durante o tratamento na panela, e 0,2/0,7 mm para um agente de inoculação quando fundindo as panelas. A requerente notou de fato na oficina de testes um fenômeno inesperado:

[0013] Para uma mesma dosagem de inoculante, o número de núcleos de grafite gerados no ferro fundido líquido aumenta com o número de partículas inoculantes adicionadas à unidade de massa do inoculante.

[0014] Portanto se duas panelas de ferro fundido forem tratadas em condições idênticas com um mesmo inoculante em duas distribuições de tamanhos de partículas diferentes, o ferro fundido tratado com o produto mais fino conterà mais núcleos de grafite que aquele tratado com o produto mais bruto; aqueles núcleos serão também menores em tamanho.

[0015] O mesmo fenômeno foi observado durante um tratamento "no molde" com geratrizes aglomeradas; o ferro fundido tratado com

uma geratriz obtida a partir de um pó mais fino conterá mais núcleos de grafite que aquele tratado com uma pelota obtida a partir de um pó mais bruto; esses núcleos serão também menores em tamanho.

[0016] Esta observação bastante inesperada pode ter aplicações vantajosas desde que possa tornar possível controlar-se a densidade dos núcleos de grafite na peça de ferro fundido e portanto a estrutura das peças produzidas.

[0017] Para se obter pelotas desta forma que tenham máxima eficiência em termos de inoculação, a requerente foi levada a preparar pós a 0/1 mm tendo uma distribuição particular de tamanho de partículas internas definida da seguinte forma:

Passando em 1 mm: 100%

Fração entre 50 microns e 250 microns: 30% a 60%, e preferencialmente 40% a 50%.

Fração abaixo de 50 microns: menos que 25% e preferencialmente menos que 20%.

[0018] Um pó desse tipo aglomera facilmente o que torna possível operar com menores proporções de agente de aglomeração. Assim, com silicato de sódio que é um agente de aglutinação bem-conhecido, doses de $0,3 \text{ cm}^3$ por 100 g de pó são suficientes conforme as pressões indicadas que podem variar de 50 a 500 MPa; uma vez que a performance mecânica das pelotas é facilmente obtida, os parâmetros de pressão e de agente de aglutinação podem ser usados para controlar a velocidade de dissolução da pelota e não sua performance mecânica.

[0019] Entretanto a experiência mostra que a distribuição do tamanho de partícula definida acima não pode ser obtida pela compressão natural; a preparação de pó com esta distribuição de tamanho de partículas requer uma dosagem de frações de tamanhos preparados em isolamento.

[0020] A composição inoculante pode ser obtida ou pela mistura de produtos elementares, ou na forma de uma liga de pó, ou pela mistura de pós de diferentes ligas.

Exemplos:

[0021] Os exemplos nºs 1 a 5 a seguir estão relacionados com ferros fundidos SG; o exemplo nº 6 com um caso de ferro fundido LG.

Exemplo 1:

[0022] Um grupo A de pelotas inoculantes aglomeradas comercialmente disponível da técnica anterior foi obtido e analisado; esta análise deu:

Si = 72,1%, Al = 2,57%, Ca = 0,52%.

[0023] Então um grupo de inoculantes fundidos de análises tão próximas quanto possível daquelas do grupo anterior foi sintetizado no forno de indução a partir de FeSi 75 cuja resistência foi corrigida adicionando-se siliceto de cálcio, alumínio e então ferro; esse grupo de inoculantes foi então fundido em pelotas de 25 g.

[0024] A amostragem e a análise nesse grupo de pelotas B deram:

Si = 72,4%, Al = 2,83%, Ca = 0,42%.

Exemplo 2:

[0025] Uma carga de ferro fundido foi fundida no forno de indução e tratada pelo processo de Panela Intermediária Coberta por meio de uma liga do tipo FeSiMg com 5% de Mg, 2% de Ca, e 2% de TR à dose de 20 kg para 1600 kg de ferro fundido.

[0026] A análise deste ferro fundido líquido deu:

C = 3,7%, Si = 2,5%, Mn = 0,09%, P = 0,03%, S = 0,003%, Mg = 0,042%.

Sua temperatura eutética foi de 1141°C.

[0027] Este ferro fundido foi usado para fundir peças com uma massa unitária de cerca de 1 kg, colocado em grupos em um molde de peças 20 alimentado por um fluxo no qual foi colocada uma pelota

moldada sustentada por um filtro constituído por uma espuma refratária com um diâmetro médio de poro de 5 mm.

[0028] A pelota moldada empregada veio do grupo B.

[0029] O número de nódulos de grafite observados pela metalografia nas seções transversais das peças, foi de 184/mm².

Exemplo 3

[0030] O Exemplo nº 2 foi reproduzido de forma idêntica com a única diferença de que a pelota moldada vinda do grupo B foi repostada por uma pelota aglomerada conforme a técnica anterior obtida pressionando-se um pó a 0/2 mm obtido pela compressão natural de pelotas moldadas tomadas do grupo B à medida que a pelota usada no exemplo prévio.

[0031] A distribuição de tamanho de partícula deste pó foi:

Passando em 2 mm: 100%

[0032] Passando em 0,4 mm: 42% ; passando em 0,2 mm: 20%; passando em 50 microns: 10%, isto é, uma distribuição de tamanho de partícula muito próxima daquela recomendada na patente Foseco EP 0.234.825.

[0033] O número de nódulos de grafite observados pela metalografia na seção transversal das peças foi de 168/mm².

Exemplo 4

[0034] O Exemplo nº 3 foi reproduzido de forma idêntica com a única diferença de que a pelota moldada veio do grupo A. O número de nódulos de grafite observados pela metalografia na seção transversal das pelotas foi de 170/mm².

Exemplo 5

[0035] O Exemplo nº 3 foi repetido nas seguintes condições:

Um grupo de pelotas moldadas de 25 kg vindo do grupo B foi comprimido até 0/1 mm.

[0036] As frações 0,63/1 mm; 0,40/0,63 mm; 0,25/0,40 mm;

0,050/0,25 mm e 0/0,050 mm foram separadas por peneiração.

[0037] Foi obtido: 3,5 kg de 0,63/1 mm; 3,9 kg de 0,40/0,63 mm; 4,2 kg de 0,25/0,40 mm; 7,1 kg de 0,050/0,25 mm e 6,1 kg de 0/0,050 mm.

[0038] Um pó de síntese foi preparado por misturação de:
2kg de 0,63/1 mm, 2 kg de 0,40/0,63 mm, 2 kg de 0,25/0,40 mm, 7 kg de 0,050/0,25 mm, e 2 kg de 0/0,050 mm.

[0039] A esses 15 kg de pó foram adicionados: 150 cm³ de silicato de sódio e 150 cm³ de hidróxido de sódio 10N.

[0040] A mistura obtida foi usada para produzir-se pelotas aglomeradas conformadas cilíndricamente com 24 mm de diâmetro, e 22 mm de altura. A pressão exercida na pelota para conformá-la foi de 285 MPa por 1 segundo.

[0041] As pelotas conformadas foram armazenadas a 25°C por 8 horas em uma localidade cuidadosamente ventilada, e foram então secadas em um forno a 110°C por 4 horas. As pelotas obtidas, de massa unitária de 25 kg, constituíram um grupo denotado como grupo C.

[0042] O Exemplo nº 3 foi então repetido com pelotas vindas do lote C unidas com um filtro de espuma de cerâmica idêntica àquela usada no Exemplo nº 2.

[0043] O número de nódulos de grafite observados pela metalografia na seção transversal das peças foi de 234/mm².

Exemplo 6

[0044] O Exemplo nº 5 foi repetido nas seguintes condições:

[0045] Uma carga de 1600 kg de ferro fundido foi fundida em um forno de indução: uma amostra foi tomada do metal líquido e analisada.

A análise deu:

C = 3,15%, Si = 1,82%, Mn = 0,71%, P = 0,15%, S = 0,08%.

[0046] Sua temperatura eutética foi de 1136°C.

[0047] Esse ferro fundido foi usado para fundir peças com uma massa unitária de cerca de 1 kg, colocado em grupos em um molde de peça de pó 20 alimentado por um fluxo no qual foi colocada uma pelota moldada apoiada por um filtro constituído por uma espuma refratária com um diâmetro médio de poros de 5 mm.

[0048] A pelota moldada empregada veio do grupo C.

[0049] O número de células eutéticas observadas pela metalografia na seção transversal das peças foi de 310/mm².

REIVINDICAÇÕES

1. Pelota, planejada para a inoculação tardia de ferros fundidos, obtida pela aglomeração de um inoculante em pó, dito inoculante em pó sendo uma liga baseada em ferrossilício, **caracterizada pelo fato de que** a proporção em massa da fração granulométrica é: entre 35% e 60% do inoculante em pó do qual a pelota é constituída com um tamanho de partícula entre 50 e 250 microns; entre 0 e 25% do inoculante em pó do qual a pelota é constituída com um tamanho de partícula menor que 50 microns; e entre 15% e 40% do inoculante em pó do qual a pelota é constituída com um tamanho de partícula entre 250 microns e 1 mm.

2. Pelota de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** a proporção de massa da fração granulométrica 50 - 250 microns do inoculante em pó do qual a pelota é constituída está compreendida entre 40 e 50%, e a proporção de massa da fração granulométrica abaixo de 50 microns é menor que 20%.

3. Pelota de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizada pelo fato de que** o inoculante em pó utilizado para a preparação da pelota é uma mistura de duas ou mais ligas de inoculantes em pó.

4. Pelota de acordo com uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizada pelo fato de que** o inoculante em pó usado para a preparação da pelota é uma mistura de dois ou mais produtos constituindo um inoculante heterogêneo.

RESUMO

Patente de Invenção: "PELOTA PLANEJADA PARA A INOCULAÇÃO TARDIA DE FERROS FUNDIDOS".

A presente invenção refere-se a uma pelota, planejada para a inoculação tardia de ferros fundidos, obtida pela aglomeração de um inoculante em pó, onde a proporção de massa da fração granulométrica 50 - 250 microns do inoculante em pó do qual a pelota é constituída está compreendida entre 35 e 60%, e a proporção de massa da fração granulométrica abaixo de 50 microns é menor que 25%.