



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

(11) PI 0807112-8 B1

(22) Data do Depósito: 10/01/2008

(45) Data de Concessão: 06/09/2016



(54) Título: PROCESSO PARA A REDUÇÃO DE UMA ESCÓRIA COM UM ALTO GRAU DE CROMO EM UM FORNO DE ARCO VOLTAICO ELÉTRICO

(51) Int.Cl.: C21C 7/00; C21C 5/52; C21C 5/54

(30) Prioridade Unionista: 09/02/2007 DE 10 2007 006 529.0

(73) Titular(es): SMS GROUP GMBH

(72) Inventor(es): JOHANN REICHEL, LUTZ ROSE

PROCESSO PARA A REDUÇÃO DE UMA ESCÓRIA COM UM ALTO GRAU DE CROMO EM UM FORNO DE ARCO VOLTAICO ELÉTRICO

A invenção refere-se a um processo para a redução de uma escória com um alto grau de cromo que se encontra na massa fundida de aço durante a produção de aço inoxidável em um forno de arco voltaico elétrico, no qual corpos moldados, tais como peletes ou briquetes, são acrescentados à escória, cujas substâncias constitutivas reagem de maneira redutora com os óxidos de metais da escória.

Ao operar fornos de arco voltaico elétricos, os materiais sólidos enchidos, principalmente sucata e ligas, são fundidos com os arcos voltaicos dos eletrodos, que se projetam de cima para dentro do reservatório do forno. Nesse caso, a escória, além de sua função primária, da remoção de componentes indesejáveis da massa fundida, satisfaz uma função protetora, pois ela preenche parcialmente o espaço entre as extremidades dos eletrodos e a superfície metálica e protege o revestimento do forno resistente ao fogo contra a energia de radiação do arco voltaico elétrico. Essa função protetora da escória pode ser aperfeiçoada pelo fato de que uma espumação da escória é causada por processos apropriados.

Para isso, a EP 0.829.545 B1 propõe um processo para a produção de uma escória de espuma no aço inoxidável, fundido em um forno elétrico, sendo que na escória é introduzido um pó com auxílio de um meio de injeção, por exemplo, nitrogênio, que é composto de um óxido metálico, ou óxido de zinco ou óxido de chumbo e carbono. O óxido contido no pó é reduzido, reagindo com o carbono. Nesse caso, formam-se bolhas na escória, que consistem

essencialmente em monóxido de carbono e que deixam a escória espumar. Com base na superfície relativamente grande associada à forma pulverizada, ocorre uma reação vigorosa, rápida com a escória que, além disso, localmente limitada, se realiza na proximidade do dispositivo de injeção ou insuflação no banho de fusão.

Para evitar as desvantagens da introdução de substâncias pulverizadas, a WO 2004/104232 A1 propõe carregar os materiais usados para espumar as escórias, uma mistura de óxido metálico e carbono, como peça moldada prensada, no forno elétrico. Nesse caso, a densidade dessas peças moldadas é ajustada de forma tal, que elas nadam na escória e aqui, preferivelmente, próximo do limite de fases massa fundida/escória.

Na produção de aço inoxidável forma-se uma escória durante a fundição do material sólido no forno de arco voltaico elétrico, que contém uma alta taxa de óxidos metálicos, principalmente de óxido de cromo. Com isso, a concentração do óxido de cromo obtém muitas vezes valores acima de 30%. Até agora, tais escórias não podem ser reduzidas de maneira desejada devido à sua composição.

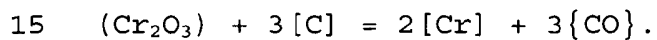
Para minimizar a perda de produto valioso indesejável, causada pelo alto teor de óxido de cromo na escória, o objetivo da invenção consiste em indicar um processo para a redução da escória de uma massa fundida de aço inoxidável, na qual as experiências positivas da espumação de escória com a adição de peças moldadas prensadas no forno de arco voltaico elétrico são mencionadas de passagem.

O objetivo apresentado é resolvido com as características determinantes da reivindicação 1 pelo fato,

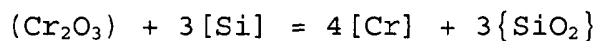
de que os peletes ou briquetes carregados no forno de arco voltaico elétrico consistem em uma mistura definida de um viga de ferro como material de lastro, de carbono ou carbono e silício como agente de redução, bem como em um material adesivo e que os peletes ou briquetes reagem quimicamente de maneira redutora com os óxidos metálicos da escória sob a camada de escória, especialmente com o óxido de cromo contido, sendo que os gases de reação formados, principalmente monóxido de carbono, suportam uma espumação de escória.

Concretizações vantajosas da invenção são indicadas nas subreivindicações.

A redução do óxido de cromo da escória decorre, nesse caso, de acordo com a reação



Ela substitui a redução clássica com silício em alta proporção, isto é



e reduz os custos da redução. Adicionalmente, o balanço de energia melhora, pois são necessárias quantidades reduzidas de cal com a finalidade de equilibrar a basicidade.

Para que os peletes ou briquetes de acordo com a invenção, nadem na massa fundida próximo ao limite de fases massa fundida/escória, de modo que possam reagir quimicamente com os óxidos metálicos da escória sob a camada de escória, sua densidade é ajustada para um valor de 3-4 t/m³. Esse é obtido através de uma proporção de mistura ajustada de forma correspondente de material de lastro e agente de redução. Nesse caso, o material de lastro consiste preponderantemente nos elementos ferro e

cromo que formam aços inoxidáveis, sendo que, de acordo com uma concretização vantajosa da invenção, é possível usar como material de lastro, sucata fina de baixa liga com uma densidade de cerca de 7 t/m³, finamente fragmentada, como
5 viga de ferro. Alternativamente ou também adicionalmente, é possível usar como material de lastro uma liga da composição FeCrHC (High Carbon) com um teor de cerca de 8% de C e 3% de Si. O agente de redução carbono ou carbono e silício misturado a esses materiais de lastro é, de acordo
10 com a invenção, coque como portador de carbono e FeSi ou alternativamente SiC como portador de silício. Além das densidades a serem obtidas, a composição resultante dos peletes ou briquetes é determinada através da proporção de carbono - FeSi, com o que a composição pode variar nas
15 seguintes escalas
coque > 60%
FeSi (70-75) > 20%
outro material de lastro > 20%
material adesivo <2%.

20 Para poder comprimir tais misturas para peletes ou briquetes sólidos, necessita-se de um material adesivo apropriado. Aqui, o material adesivo (melaço) e cimento comprovaram-se satisfatoriamente, contudo, alternativamente à compressão, também podem ser usados betumem, breu e
25 hidratos de cálcio.

Na produção dos peletes ou briquetes é importante, que a forma e tamanho produzido bem como a vedação realizada seja adaptado ao seu uso posterior. Aqui é exigido, que a duração da dissolução em sua reação com as substâncias
30 constitutivas da escória, principalmente com o óxido de

cromo, seja adaptada a uma ótima redução. Por isso, eles deve ser termicamente estáveis e não desintegrar imediatamente após sua introdução no forno de arco voltaico elétrico quente. Além disso, com respeito a sua forma, tamanho e estabilidade, eles devem ser formados de maneira tal, que seja possível um transporte pneumático, para permitir um carregamento simples no forno de arco voltaico elétrico.

As quantidades de peletes ou briquetes carregadas no forno de arco voltaico elétrico para a redução do óxido de cromo da escória, dependem amplamente da natureza do aço produzido, valendo as seguintes escalas das quantidades de distribuição específicas de peletes ou briquetes, em relação a 1 m² do banho metálico, no forno de arco voltaico elétrico:

massas fundidas de austenita: 1-4 kg/t/m² de aço líquido

massas fundidas de ferrita: 1,5-3 kg/t/m² de aço líquido.

Nesse caso, a velocidade de carregamento da adição dos peletes ou briquetes é ajustada para um valor contínuo maior do que 5 kg/t/min, sendo que os peletes ou briquetes são carregados no espaço circular entre a parede lateral do forno e no círculo do eletrodo formado pelos eletrodos no meio do forno.

Outras particularidades e vantagens da invenção são detalhadamente ilustradas a seguir, nas figuras dos desenhos esquemáticos de um exemplo de concretização.

São mostradas:

figura 1 o corte transversal de um forno de arco voltaico elétrico com dispositivos de adição para peletes ou briquetes,

figura 2 uma vista aumentada do limite de fases formado pela massa fundida de aço com a escória flutuante.

O forno de arco voltaico elétrico 1 representado na figura 1 consiste em um reservatório de forno 2 com parede 3 resistente ao fogo, bem como em uma tampa de forno 4, bem como três eletrodos 5, que são conduzidos da parte de cima através da tampa do forno 4 para o reservatório do forno 2. Na parte inferior do reservatório do forno 2, dentro da parede 3 resistente ao fogo, encontra-se uma massa fundida de aço 6 com escória 7 fundida sobrejacente. Para os peletes ou briquetes 8 a serem carregados para a redução da escória no espaço circular entre a parede lateral do forno 10 e o círculo dos eletrodos formados dos eletrodos 5, constam as seguintes possibilidades:

- 15 • os peletes ou briquetes 8 são introduzidos no interior do forno através de um sistema transportador de gravitação através de um furo na tampa 9.
- Os peletes ou briquetes 8 são introduzidos no interior do forno através de um sistema transportador pneumático por meio de uma canalização circular 14 que 20 corre em sentido radial à tampa do forno 4, com aberturas de carregamento 15.
- Os peletes ou briquetes 8 são introduzidos no interior do forno pneumaticamente ou por meio de gravitação 25 através de dispositivos de entrada 11 dispostos nas paredes laterais 10 do forno.

Na figura 2, em uma escala aumentada, está representada a escala da massa fundida/escória 13 formada pela escória 7 e a massa fundida de aço 6. O sentido da seta 17 desenha um possível trajeto de um briquete 8 30

carregado no forno de arco voltaico elétrico 1. Após sua
passagem através da camada de escória 7, este se encontra
dentro da massa fundida 6, mas ainda nitidamente abaixo do
limite de fases massa fundida/escória 13. Com base na
5 diferença de densidade presente em relação à massa fundida
6, através de sua força motriz 18 em um possível movimento
motriz 19, além disso, flutuando na massa fundida 6, este
chega à posição final 20 pretendida diretamente abaixo do
limite de fases massa fundida/escória 13. Nesta posição 20
10 que se encontra abaixo da camada de escória 7 realiza-se a
redução desejada com os óxidos metálicos contidos na
escória e especialmente com o óxido de cromo aqui presente.
Com isso, os gases de reação 16, principalmente monóxido de
carbono, são libertados, que são desenhados como pontos
15 claros na camada de escória 7. Os resíduos de briquetes 12
remanescente após as reações de redução do briquete 8 com a
escória 7 são desenhados como pontos pretos. Com base em
sua composição agora modificada, esses resíduos de
briquetes 12 também podem flutuar parcialmente na escória
20 7.

Lista de referências

- 1 forno de arco voltaico elétrico
- 2 reservatório do forno
- 3 parede do forno resistente ao fogo
- 25 4 tampa do forno
- 5 eletrodos
- 6 massa de aço fundida
- 7 escória
- 8 peletes ou briquetes
- 30 9 furo da tampa

- 10 paredes laterais do forno
- 11 canalização de insuflação
- 12 resíduos de peletes ou briquetes
- 13 limite de fases de massa fundida/escória
- 5 14 canalização circular
- 15 abertura de carregamento
- 16 gases de reação
- 17 sentido de entrada dos peletes ou briquetes na massa fundida de aço
- 10 18 força motriz dos peletes ou briquetes na massa fundida de aço
- 19 possíveis movimentos motriz dos peletes ou briquetes na massa fundida de aço
- 20 posição final pretendida dos peletes ou briquetes na massa de aço fundida
- 15

REIVINDICAÇÕES

1. Método para reduzir uma escória (7) com alto teor de cromo durante a produção de aço inoxidável em um forno de arco voltaico (1) sobre a fundição de aço (6), em que são carregados à escória (7) corpos moldados, tais como péletes ou briquetes (8), cujos ingredientes reagem de forma redutora com os óxidos de metal da escória (7), sendo os péletes ou briquetes (8) carregados no forno de arco voltaico (1) compostos de uma mistura definida de um suporte de ferro como material de lastro, de carbono e silício como agente redutor, assim como de um material ligante, e reagindo quimicamente de forma redutora os péletes ou briquetes (8) abaixo da camada de escória com os óxidos de metal da escória (7), particularmente com um óxido de cromo contido, suportando os gases de reação (16) produzidos em uma espuma na escória, **caracterizado** pelo fato de que o material de lastro consistir particularmente dos elementos ferro e cromo formando aços inoxidáveis e como material de lastro, uma liga com a composição FeCrHC - alto teor de carbono, com um teor de aproximadamente 8 % de C e 3 % de Si, com uma densidade de aproximadamente 7 t/m³, triturada finamente, é usada como suporte de ferro.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a densidade dos péletes ou briquetes (8) é determinada com um valor de 3 a 4 t/m³ é de tal modo que os péletes ou briquetes (8) flutuam na fundição (6) perto da interface de fundição/escória (13).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o carbono está presente nos

péletes ou briquetes (8) sob a forma de coque e o silício sob a forma de FeSi ou, alternativamente, sob a forma de SiC.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que a composição dos péletes ou briquetes (8) é determinada pela relação de carbono/coque para FeSi, a composição podendo variar nas seguintes faixas:

coque > 60 %, FeSi - 70-75 > 20 %, outro material de lastro > 20 %, material ligante > 2 %.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que são usados melaço e cimento e/ou betume, piche de breu ou hidratos de cálcio como material ligante.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a compactação dos péletes ou briquetes (8) no método de prensagem anterior é realizada de tal modo que a duração da dissolução durante a sua reação com os ingredientes da escória (7) está adaptada para uma redução ótima, particularmente de óxido de cromo.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 6, **caracterizado** pelo fato de que os péletes ou briquetes (8) são configurados em relação à sua forma e tamanho de tal modo que é possível um transporte pneumático.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que, dependendo da variedade de aço produzida, são carregadas as seguintes quantidades de distribuição específicas diferentes, em relação a 1 m² do banho de metal, no forno arco voltaico (1):

material fundido de austenita: 1 a 4 kg/t/m² de aço

líquido, e

fundição de ferrita: 1,5 a 3 kg/t/m² de aço líquido.

9. Método, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** pelo fato de que a taxa de carga da adição de péletes ou briquetes é definida para um valor constante maior que 5 kg/t/min.

10. Método, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, **caracterizado** pelo fato de que a adição de péletes ou briquetes é realizada no espaço anelar entre a parede lateral do forno (10) e o círculo de eletrodos formado pelos eletrodos (5).

FIG. 1

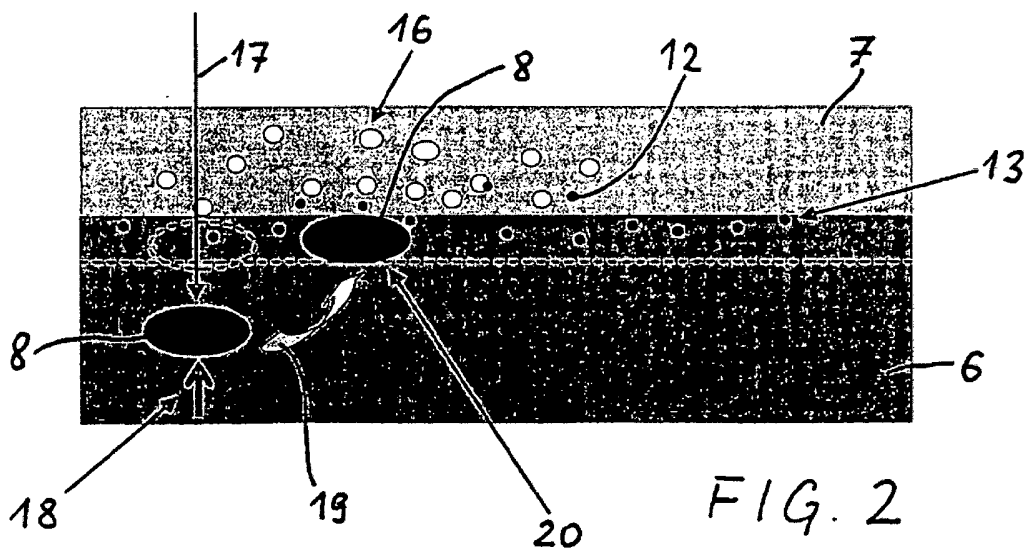
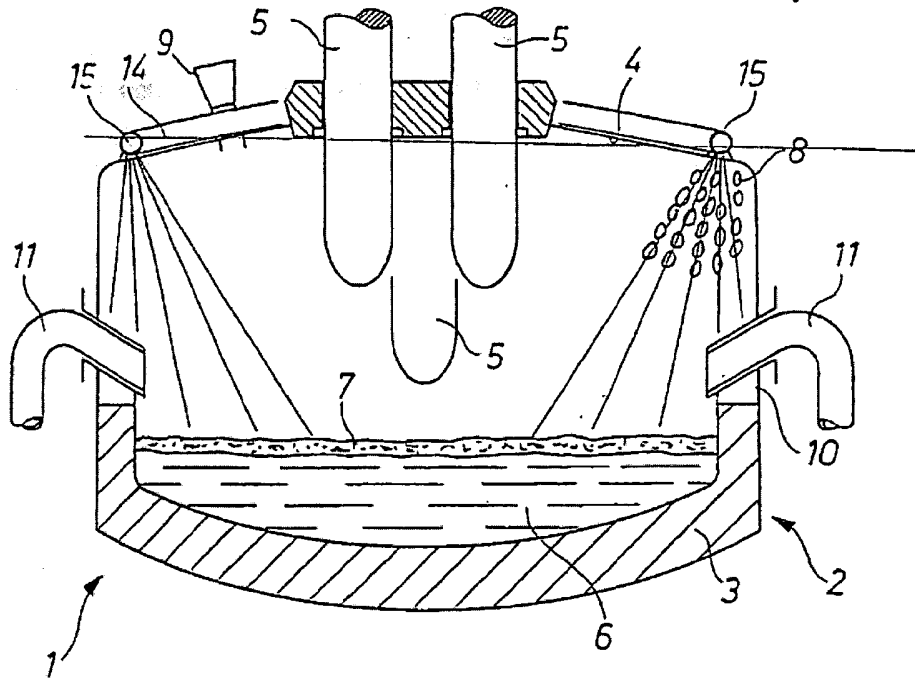


FIG. 2