



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

(11) PI 0915441-8 B1

(22) Data do Depósito: 03/07/2009

(45) Data de Concessão: 15/08/2017



(54) Título: PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UMA ESCÓRIA ESPUMANTE

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

(30) Prioridade Unionista: 07/07/2008 DE 10 2008 032 975.4

(73) Titular(es): SMS SIEMAG AKTIENGESELLSCHAFT

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

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE UMA ESCÓRIA ESPUMANTE"**.

[001] A presente invenção refere-se a um processo para a produção de escória espumante.

[002] Na produção de aço em um forno de arco eletrovoltaico, a espumação da escória é um dos decursos decisivos do processo, que atua sobre o aumento da efetividade da produção de aço e sobre uma redução dos custos de produção.

[003] Este é um método geralmente aplicado na produção de aços de carbono-padrão.

[004] Por outro lado, contudo, parece que essa espumação sobre aços deve ser aplicada com alto teor de cromo, visto que a absorção significativa de óxido de cromo pela escória causa problemas. Isso resulta das propriedades físico-químicas de escórias com alto teor de óxido de cromo. Essas não permitem qualquer espumação com os métodos tradicionais, por exemplo, ao injetar carbono pulverizado em materiais de suporte com oxigênio no banho metálico ou na escória.

[005] Na verdade, são conhecidos métodos para espumar escórias com alto teor de óxido de cromo, mas todos são insatisfatórios.

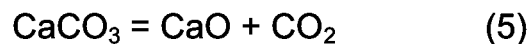
[006] Portanto, o objetivo da invenção é pôr um processo ou material à disposição, com o qual pode ser obtida a espumação de uma escória com alto teor de óxido de cromo.

[007] Nesse caso, o núcleo da invenção é que o material contém suportes de óxido de ferro, suportes de carbono, ferrocromo contendo alta taxa de carbono e/ou sucata ou óxido de níquel (além de aço ferrítico), como adição bem como pedra calcária e eventualmente adicionalmente fluorita, adesivos, tais como melação e/ou cimento e fornecedores de gás adicionais para o processo espumação. Esse material deve estar presente em forma de briquete ou como pelotas com diferente tamanho.

[008] A aplicação da espumação da escória na metalurgia EAF resulta em uma série de vantagens, tais como um aperfeiçoamento do grau de efeito térmico do forno com base na baixa condutibilidade térmica da espuma, o menor consumo de material resistente às chamas e eletrodos, a estabilização do arco voltaico e do nível de ruído.

[009] Para obter uma espumação efetiva, é preciso conseguir uma alta formação de gás no limite de fases de metal-escória.

[010] Os fatores dominantes, nesse caso, são o gás CO produtor espumante bem como CO₂. Esses gases formam-se na redução de óxido de ferro e óxido de cromo e na decomposição térmica da pedra calcária da seguinte maneira:



[011] Nessas reações, o grau de redução do óxido de ferro devido ao carbono é muito alto, enquanto a redução de óxido de cromo devido ao carbono é menos efetiva. Deve-se mencionar que as escórias, na produção de aço inoxidável, contêm muito poucos óxidos de ferro, mas muitos óxidos de cromo, de maneira que a baixa eficiência da produção de CO em tais escórias é compreensível. Uma produção de gás mais efetiva pode ser obtível através da adição visada de materiais sintéticos, tais como crosta de óxido de ferro e pedra calcária.

[012] Para o desenvolvimento espumante, a densidade específica dos aditivos tem um papel importante e, na verdade, comparada com a da escória ou a do metal. Ela contribui, para trazer a reação de produção de gás para a camada limite de escória/metálico, de maneira que a formação espumante seja mais eficaz e controlável de melhor

forma. A densidade é influenciável pela seleção adequada de materiais muito densos (metais) os chamados metais de carga, tais como sucata ferrítica e/ou ferrocromo, bem como de materiais menos densos (óxidos).

[013] O componente principal nos formadores espumante é o óxido de ferro, Fe_2O_3 , com uma adição de carbono como agente de redução. Nesse caso, decorre a seguinte reação:



em que a mistura espumante de Fe_2O_3 e grafite, contém 18,37% de grafite e como resíduo, 81,63% de Fe_2O_3 .

[014] A composição será completada pelo ferrocromo (FeCr) com alto teor de cromo, sucata ferrítica, bem como pedra calcária CaCO_3 .

[015] No caso de escórias dos aços austeníticos, é possível acrescentar também óxido de níquel.

[016] O ferrocromo e escória ferrítica tornam, devido à alta densidade específica – a adição formadora espumante mais pesada. Com isso, a densidade específica encontra-se entre as densidades específicas da escória e do metal, conforme:

$$\rho \text{ escória} < \rho \text{ material} < \rho \text{ metal} \quad (7)$$

[017] Com isso, visando o poder de sustentação, o material é colocado no limite da fase escória-metal. Nesse caso, ele se dissolve no banho metálico, com o que o peso do banho aumenta.

[018] Na decomposição térmica através da pedra calcária é produzido CO_2 , que suporta a espumação, enquanto o óxido de cálcio se dissolve na escória e aumenta a viscosidade e a basicidade da escória. Adicionalmente, a viscosidade da escória também pode ser ajustada pela adição de fluorita (CaF_2).

[019] O formador espumante de acordo com a invenção, constitui-se de componentes fundamentais, tais como

óxidos de ferro (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) em qualquer forma como

crosta de óxido de ferro, conversor ou poeira seca EAF/LF, conversor de poeira úmida (lama), minério

coque, grafite, carbono (C)

material de carga para espécies de aços inoxidáveis austeníticos e duplex em forma de FeCr, sucata ferrítica, sucata austenítica, sucata duplex, óxidos de níquel (NiO_x).

[020] Nas substâncias aditivas incluem-se:

pedra calcária (CaCO_3)

cal e fluorita (CaO e CaF_2)

óxidos de Al (Al_2O_3).

Como adesivos:

melaço

cimento

ou outros possíveis adesivos.

[021] A composição do formador espumante pode ser indicada em % tal como segue:

Fe_2O_3 , Fe_3O_4	10 – 70
C	2 – 16
material de carga	14 – 78
CaCO_3	0 – 10
CaO , CaF_2	0 – 10
Al_2O_3	0 – 10.

[022] As seguintes hipóteses servem para a determinação da densidade específica do formador espumante, em que o $\text{Fe}_2\text{O}_{3,m}$ é entendido como mistura de Fe_2O_3 com grafite.

[023] A densidade específica do $\text{Fe}_2\text{O}_{3,m}$ é indicada pela fórmula:

$$\rho_{\text{Fe}_2\text{O}_{3,m}} = \rho_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \cdot \frac{\%_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{100\%} + \rho_C \cdot \frac{\%_C}{100\%} \quad (8)$$

a do formador espumante:

$$\rho = \rho_{Fe_2O_3} \cdot \frac{\%_{Fe_2O_3,m}}{100\%} + \rho_{lastro} \cdot \frac{\%_{lastro}}{100\%} + \rho_{CaCO_3} \cdot \frac{\%_{CaCO_3}}{100\%} + \rho_{ligador} \cdot \frac{\%_{ligador}}{100\%} \quad (9)$$

em que carga significa FeCr ou sucata, bem com óxido de níquel

$$\bullet \quad \%_{Fe_2O_3,m} + \%_{lastro} + \%_{CaCO_3} + \%_{ligador} = 100\% \quad (10)$$

[024] O teor de $CaCO_3$ pode ser substituído por teores de CaF_2 , em que se pode supor especialmente que $\% CaCO_3 = 0$ ou $CaF_2 = 0$.

[025] A densidade específica do formador espumante resulta da seguinte tabela 1.

Tabela 1

[026] Densidade específica dos componentes formadores espumante monolíticos, puros, que são utilizados para a determinação da densidade do material

componente	Fe	Cr	Fe_2O_3	C	$CaCO_3$	CaF_2	FeCr (*)
densidade específica [t/m^3]	7,86	7,2	5,3	2,25	2,27	3,18	4,09

54% de Cr-35% de Fe-8% de C-3% de Si

componente	melaço	cimento	sucata ferrítica	NiO_x
densidade específica [t/m^3]	0,99	2,9	6,51	6,67

[027] Os dados indicados para a densidade específica referem-se ao material monolítico. Por outro lado, o material utilizado para a formação espumante é aplicado em forma de briquetes, cuja densidade específica é, naturalmente, mais baixa.

[028] Os briquetes são produzidos através da prensagem do material, dependendo da composição percentual, obtêm-se diferentes densidades.

[029] A densidade específica das escórias produzidas na produção de aço encontra-se na faixa de 2,5 a 3 g/cm^3 .

[030] Uma composição comprimida que contém Fe_2O_3 e carbono na mistura mencionada, tem na prática uma densidade de 3,2 g/cm^3 ,

enquanto que aritmeticamente para os componentes individuais resulta uma densidade de $4,7 \text{ g/cm}^3$. Para a escória considerada, resultou experimentalmente uma densidade de $2,9 \text{ g/cm}^3$.

[031] Do ponto de vista dos efeitos de formação espumante desejados, a densidade específica do formador espumante deveria encontrar-se em uma faixa de $2,8\text{-}6,0 \text{ t/m}^3$.

[032] Com baixas medidas físicas para os aditivos (péletes ou briquetes), o gás é rapidamente liberado, pois no total a área de reação nas menores medidas é maior.

[033] Já foi exposto, que a mistura formadora espumante deve ser acrescentada em forma de briquetes ou péletes. Nesse caso, os briquetes são produzidos em uma prensa particularmente estruturada. Como medidas vantajosas para os briquetes, provaram-se aquelas, que na diagonal se encontram em $20\text{-}100 \text{ mm}$ e a altura encontra-se em $15\text{-}40 \text{ mm}$.

[034] Os péletes ou briquetes podem ser produzidos antes da prensagem em um tambor, com adição de melaço ou cimento, sendo que, contudo, também são possíveis outras técnicas de ligação, que asseguram, que as propriedades desejadas sejam obtidas com relação a resistência à dureza, ruptura e pressão.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a produção de uma escória espumante sobre massas em fusão de aço inoxidável em um forno de arco eletrovoltaico, onde uma mistura de óxidos metálicos e carbono é introduzida no forno, abaixo da escória, no limite do metal-escória, o óxido metálico é reduzido pelo carbono e a pedra calcária se torna termicamente dissonante, e os gases formados através da formação de bolhas provocam a espumação da escória, caracterizado pelo fato de que a mistura a ser carregada, que é acrescentada em forma de peças moldadas, tais como briquetes ou péletes, contém como componentes básicos dos grupos

- óxido de ferro (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) em qualquer forma como crosta de óxido de ferro, conversor ou poeira seca EAF/LF, poeira úmida (lama) de conversor,

- coque, grafite, carbono (C)

- material de carga para todas as espécies de aços inoxidáveis em forma de FeCr, sucata ferrítica, material de carga para espécies de aço austeníticos e duplex em forma de FeCr, sucata ferrítica, sucata austenítica, sucata duplex, óxidos de níquel (NiO_x);

- pedra calcária (CaCO_3)

opcionalmente,

- cal ou fluorita (CaO ou CaF_2)

- óxidos de Al (Al_2O_3),

bem como um adesivo, tal como

- melão

- cimento

- ou um outro adesivo,

sendo que a composição do formador espumante em % importa tal como segue,

Fe_2O_3 , Fe_3O_4

10 - 70

C	2 – 16
material de carga	14 – 78
CaCO ₃	0 – 10
CaO, CaF ₂	0 – 10
FeSi	0 – 10
Al	0 - 10
Al ₂ O ₃	0 – 10.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a densidade específica das peças moldadas é ajustada para 2,8 a 6,0 t/m³ através da seleção dos componentes formadores da mistura e/ou através do processo de prensagem durante a produção das peças moldadas.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que na produção das peças moldadas em forma de briquetes, sua extensão diagonal se encontra entre 20 e 100 mm e sua altura, entre 15 a 40 mm.