



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

(21) **PI 0713473-8 A2**

(22) Data de Depósito: 08/06/2007
(43) Data da Publicação: 28/02/2012
(RPI 2147)



(51) *Int.Cl.:*
C22B 9/22
C21B 13/12
F27B 3/20
H05H 1/26

(54) **Título:** PROCESSO E FORNO PARA A FUNDIÇÃO DE SUCATA DE AÇO

(30) **Prioridade Unionista:** 28/06/2006 DE 10 2006 029 724.5

(73) **Titular(es):** Siemens Aktiengesellschaft

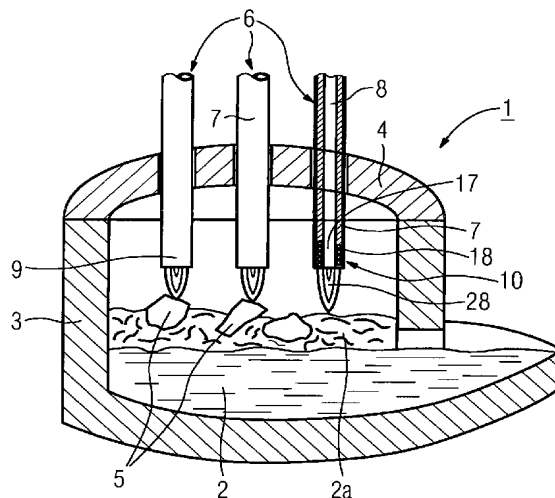
(72) **Inventor(es):** Thomas Matschullat

(74) **Procurador(es):** Dannemann ,Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007055649 de 08/06/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/000608de 03/01/2008

(57) **Resumo:** PROCESSO E FORNO PARA A FUNDIÇÃO DE SUCATA DE AÇO. A presente invenção refere-se a um processo para a fundição de sucata de aço em um forno, no qual, para o fornecimento de energia de fundição através de um canal de fluxo (8), um gás de trabalho é insuflado para dentro do forno e é conduzido por meio de pelo menos um queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que a geração do plasma ocorre por meio de pelo menos uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17). A invenção se refere ainda a um forno de fundição (1), com pelo menos um dispositivo de aquecimento (6) que atravessa uma parede do forno para o fornecimento de energia de fundição, com a seguinte configuração restante: o dispositivo de aquecimento (6) compreende um corpo tubular (7), que envolve um canal de fluxo (8); uma seção longitudinal do corpo tubular (7) acha-se configurada como queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que este queimador apresenta uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17).





PI0713473--8

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "PROCESSO E FORNO PARA A FUNDIÇÃO DE SUCATA DE AÇO".

A presente invenção refere-se a um processo para a fundição de sucata de aço, bem como a um forno de fundição apropriado para isso. Uma
5 grande parte do aço requerido na indústria é produzido por meio de fundição de sucata mediante o fornecimento de energia elétrica, sendo que em parte também são introduzidas energias fósseis na fundição. O fornecimento de energia elétrica ocorre com ajuda de eletrodos em sua maioria constituídos de carbono, sendo que entre estes e o banho de fundição são gerados arcos
10 voltaicos. Nesse caso, é consumido material de eletrodo, o que encarece a produção de aço.

A invenção tem como objetivo propor um processo alternativo para a fundição de sucata de aço, bem como um forno de fundição apropriado para isso, que possibilitem especialmente uma produção de aço econô-
15 mica.

Esse objetivo é alcançado por meio de um processo de acordo com a reivindicação 1 e por meio de um forno de fundição de acordo com a reivindicação 7. Em um processo de acordo com a invenção, para o fornecimento de energia de fundição um gás de trabalho no forno é insuflado atra-
20 vés de um canal de fluxo e é guiado através de pelo menos um queimador de plasma sem eletrodos, sendo que a geração do plasma ocorre por meio de pelo menos uma bobina de aquecimento indutiva que forma uma zona quente e que envolve coaxialmente o canal de fluxo. Em um procedimento desse tipo não estão presentes eletrodos que poderiam aumentar os custos
25 de produção devido ao desgaste. O aquecimento da sucata de aço para o estado fluido de fundição ocorre na medida em que o gás introduzido no compartimento interno de forno percorre o campo elétrico alternado de uma bobina de indução, sendo que a intensidade do campo é selecionada de tal modo que mesmo sem eletrodos de ignição ou eletrodos pilotos ocorra uma
30 erupção de gás e a formação de um plasma. Este é aplicado junto com a corrente de gás sobre o material a ser fundido, fazendo com que este seja aquecido e fundido.

Em uma variante preferida de processo, o gás de trabalho, que se trata aqui de ar, de ar enriquecido com oxigênio, de nitrogênio, de oxigênio ou de um outro similar, é fornecido ao centro da zona de aquecimento através de um tubo de injeção que se estende centralizadamente no canal de fluxo. Devido ao fornecimento central de gás resulta a possibilidade de que através da região de borda do canal de fluxo seja possível conduzir um gás de refrigeração, para proteger a parede que reveste o canal de fluxo, especialmente na região da zona de aquecimento, contra qualquer superaquecimento forte. Como gás de refrigeração pode ser empregado, por exemplo, um gás correspondente ao gás de trabalho.

Na produção de aço são empregados muitas vezes pós contendo partículas metálicas e/ou oxidas que ocorrem na siderurgia. Em uma variante preferida de processo, isso ocorre tão simplesmente devido ao fato de que partículas de pó metálicas e/ou óxidas são adicionadas a um gás conduzido através do queimador de plasma. Nesse caso, é vantajoso que para isso não sejam necessários dispositivos adicionais. Na insuflação de partículas de pó é problemático o fato de que elas perturbam o processo de fundição, na medida em que, por exemplo, elas levam ao resfriamento da escória. No entanto, na medida em que as partículas de pó são conduzidas através do queimador de plasma, elas são aquecidas, sendo que elas podem passar para um estado fluido de fundição ou mesmo para um estado gasoso, o que facilita uma mistura homogênea com a massa fundida. Além disso, nos estados mencionados, elas são bastante propícias à reação, de tal modo que elas podem ser reduzidas a metal por meio de adição simultânea de um agente redutor como pó de carvão. Para conservar um plasma estável é conveniente que as partículas de pó sejam fornecidas à zona de aquecimento junto com uma corrente de gás separada da corrente de gás de trabalho. Desse modo é possível ajustar a corrente de gás de trabalho para o controle do plasma independentemente da quantidade de partículas fornecida.

O fornecimento de gás, respectivamente de plasma pode ser efetuado basicamente através de uma região de parede qualquer do forno de fundição situada acima da massa fundida de aço. No entanto, de prefe-

rência, escolhe-se uma região de parede lateral do forno. Nesse caso, a vantagem é que pode ocorrer um carregamento através da abertura de tampa, sem que seja preciso interromper o fornecimento de energia, o que levaria a uma redução da produtividade do forno. Além disso, devido ao fornecimento lateral de energia, a energia é distribuída de modo mais uniforme para o produto de fundição.

No caso do forno de fundição de acordo com a invenção, são previstos dispositivos de aquecimento que se estendem através de uma parede do forno, seja uma parede lateral, seja uma região de tampa, sendo que com os dispositivos de aquecimento é fornecida energia de fundição. Um dispositivo de fundição compreende um corpo tubular que envolve um canal de fluxo. Uma seção longitudinal do corpo está configurada como queimador de plasma sem eletrodo, sendo que este queimador apresenta uma bobina de aquecimento indutiva que forma uma zona de aquecimento e que envolve coaxialmente o canal de fluxo. Para o fornecimento de um gás de trabalho, há um tubo de injeção, de preferência centralizadamente no canal de fluxo, que se estende até a zona de aquecimento ou penetra nesta. Um canal separado que serve para o fornecimento de um gás contendo partículas de pó é formado na medida em que o tubo de injeção fica envolvido, coaxialmente e com distância radial, por um tubo condutor de gás. O tubo condutor de gás é dimensionado de tal modo que entre ele e a parede do canal de fluxo permanece livre um canal anelar. Através deste pode ser conduzido um gás de refrigeração para proteger o dispositivo de aquecimento, especialmente na região da zona de aquecimento, contra um aquecimento muito intenso. Como providência adicional é vantajoso que a parede do canal de fluxo, ao menos na região da zona de aquecimento, seja envolvida por um corpo de refrigeração. Por razões de aumento de produtividade, é conveniente que um dispositivo de aquecimento se estenda através não da tampa, mas sim da região de parede lateral do forno.

A seguir, a invenção será explicada em detalhes tomando-se como referência os desenhos correspondentes. Mostra-se:

A Figura 1: uma exposição em corte esquemático de um forno

de fundição, no qual dispositivos de aquecimento são conduzidos através da tampa de forno;

A Figura 2: um forno de fundição em uma exposição correspondente à da figura 1, no qual dispositivos de aquecimento são conduzidos
5 através de uma parede lateral;

A Figura 3: em exposição em corte longitudinal esquemático, o queimador de plasma de um dispositivo de aquecimento.

As figuras 1 e 2 mostram respectivamente um forno de fundição 1, o qual apresenta uma região inferior que recebe uma massa fundida de
10 aço 2, uma parede lateral 3 e uma tampa 4. Durante a operação, forma-se uma escória 2a sobre a massa fundida de aço 2. Na escória 2a estão indicadas partes de sucata 5, as quais são introduzidas no forno quando a tampa 4 está removida. No exemplo de execução da figura 1, a tampa 4 encontra-se atravessada por três dispositivos de aquecimento 6. Um dispositivo de aque-
15 cimento compreende respectivamente um corpo tubular 7, o qual encontra-se atravessado em direção axial por um canal de fluxo 8. No exemplo de execução da figura 2, vários dispositivos de aquecimento 6, distribuídos pela periferia do forno, se estendem através da parede lateral 2 do forno de fundição 1. Nessa configuração, a tampa 4 pode ser aberta para o carregamen-
20 to do compartimento interno de forno com partes de sucata 5, sendo que os dispositivos de aquecimento 6 podem permanecer em operação.

Nas formas de execução segundo as figuras 1 e 2, os dispositivos de aquecimento 6 são configurados iguais no essencial. Os corpos tubulares 7, em suas extremidades 9 voltadas para o interior do forno, respectivamente
25 dispostas no forno, portam um queimador de plasma 10 sem eletrodo. Este queimador é, no essencial, uma peça em forma de seção tubular, a qual, no lado de cima, carrega uma placa, a saber, um distribuidor de gás 12. Pelo lado de baixo, ou seja, no lado voltado para o interior do forno, respectivamente voltado para uma massa fundida de metal 2 lá existente, ele carrega uma placa
30 de acabamento 13, a qual encontra-se atravessada por uma abertura de saída central 14. O canal de fluxo 8 do corpo tubular 7 prolonga-se através de perfurações (não-mostradas) no distribuidor de gás 12 para dentro do compartimen-

to interno de um tubo revestido 15, constituído, por exemplo, de um material cerâmico, tubo este que se estende desde o distribuidor de gás 12 até a placa de acabamento 13. No canal de fluxo 8 acha-se disposto, centralizadamente e estendendo-se na direção longitudinal deste, um tubo de injeção 16 que pene-
5 tra o distribuidor de gás 12 e se estende até uma zona de aquecimento 17 do queimador de plasma 10. A zona de aquecimento 17 é formada por uma bobina de aquecimento indutiva 18, a qual envolve coaxialmente a zona de aquecimento 17, respectivamente a seção do canal de fluxo 8 que lá se encontra. A bobina de aquecimento 18 está fixada em um suporte de bobina 19, o qual
10 envolve coaxialmente o tubo revestido 15. O suporte de bobina 19 é parte de um corpo de refrigeração 23 cheio de canais de água 22. Os canais de água 22 se estendem parcialmente também para dentro do distribuidor de gás 12 e para dentro da placa de acabamento 13. À parede periférica 21 do corpo de refrigeração 23 se segue radialmente para dentro um compartimento 24 em
15 forma de cilindro oco, no qual se acha enclausurado um gás isolante.

Através do tubo de injeção 16, um gás de trabalho, como por exemplo o ar, é conduzido a uma região central da zona de aquecimento 17. O tubo de injeção 16 encontra-se envolvido por um tubo condutor de gás 25 coaxialmente e com distância radial. O tubo condutor de gás 25 está dimen-
20 sionado de tal modo que entre ele e o tubo revestido 15 seja formado um canal anelar 26. Através do canal anelar 26, por uma perfuração (não-visível) no distribuidor de gás 12, pode-se conduzir um gás de refrigeração que flua ao longo da parede interna do tubo revestido 15 e proteja este contra superaquecimento. Além da formação de um canal anelar 26 que serve
25 para a condução de um gás de refrigeração, o tubo condutor de gás 25 também serve para conduzir um gás de sustentação carregado com partículas de pó, respectivamente um plasma lá existente. O plasma tem um rendimento térmico de até 100 MW e pode ser regulado em uma faixa de temperatura até 12000 K. As partículas podem ser aquecidas até o estado fluido de fun-
30 dição ou em forma de vapor e são introduzidas, juntamente com a chama de plasma 28 que sai pela abertura de saída 14, na escória 3, respectivamente na massa fundida de metal 2.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a fundição de sucata de aço em um forno, no qual, para o fornecimento de energia de fundição através de um canal de fluxo (8), um gás de trabalho é insuflado para dentro do forno e é conduzido por meio de pelo menos um queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que a geração do plasma ocorre por meio de pelo menos uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17).
2. Processo de acordo com a reivindicação 2, no qual o gás de trabalho é conduzido através de um tubo de injeção (16), que se estende centralizadamente no canal de fluxo (8), para o centro da zona de aquecimento (17).
3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, no qual, através de uma região radial externa do canal de fluxo (8), é conduzido um gás de refrigeração.
4. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, no qual partículas de pó metálico e/ou óxido são misturadas a um gás conduzido através do queimador de plasma (10).
5. Processo de acordo com a reivindicação 4, no qual as partículas de pó são conduzidas à zona de aquecimento (17) junto com uma corrente de gás separada da corrente de gás de trabalho.
6. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, no qual o fornecimento de gás ocorre através de uma região de parede lateral (3) do forno.
7. Forno de fundição para a fundição de sucata, com pelo menos um dispositivo de aquecimento (6) que atravessa uma parede do forno para o fornecimento de energia de fundição, com a seguinte configuração restante:
 - o dispositivo de aquecimento compreende um corpo tubular (7), que envolve um canal de fluxo (8);
 - uma seção longitudinal do corpo tubular (7) acha-se configurada como queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que este queimador

apresenta uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17).

8. Forno de fundição de acordo com a reivindicação 7, no qual, centralizadamente no canal de fluxo (8), acha-se disposto um tubo de injeção (16) que se estende até a zona de aquecimento (17) ou penetra nesta.

9. Forno de fundição de acordo com a reivindicação 8, no qual o tubo de injeção (16) encontra-se envolvido por um tubo condutor de gás (25) coaxialmente e com distância radial.

10. Forno de fundição de acordo com a reivindicação 9, no qual, entre o tubo de injeção (16) e a parede do canal de fluxo (8), há um canal anelar (26, 27).

11. Forno de fundição de acordo com uma das reivindicações anteriores, no qual, ao menos na região da zona de aquecimento (17), a parede do canal de fluxo (8) encontra-se envolvida externamente por um corpo de refrigeração (23).

12. Forno de fundição de acordo com uma das reivindicações anteriores, no qual pelo menos um dispositivo de aquecimento (6) se estende através de uma região de parede lateral (3) do forno.

FIG 1

1/2

1

2

2a

3

4

5

6

7

8

9

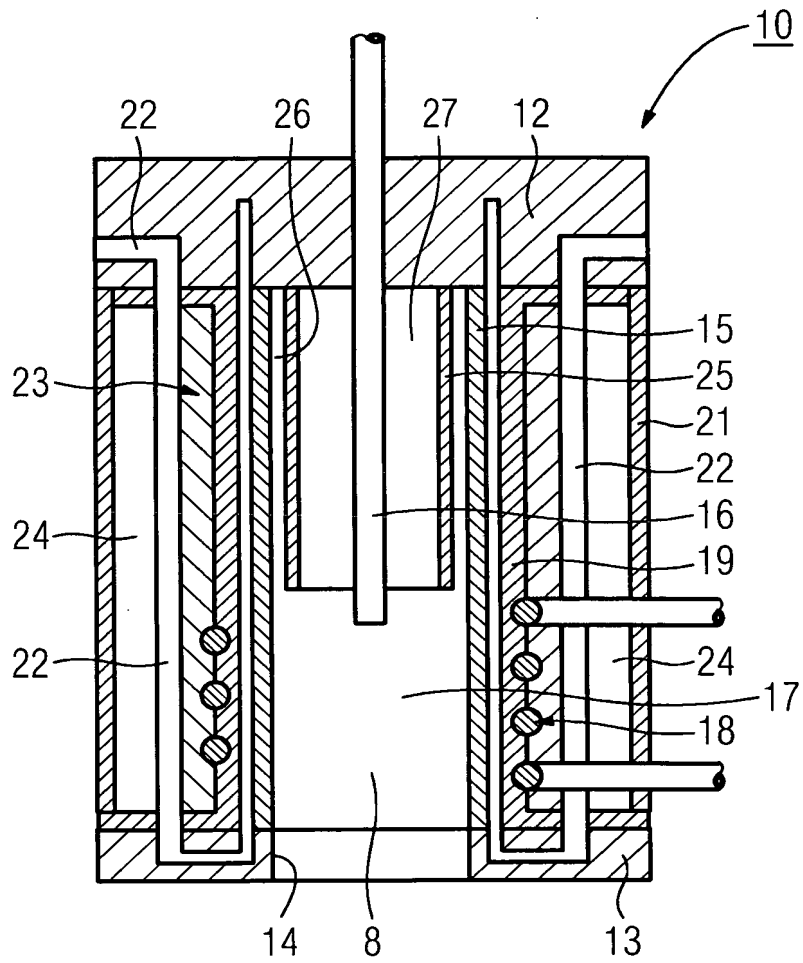
10

17

18

28

FIG 3



RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO E FORNO PARA A FUNDIÇÃO DE SUCATA DE AÇO"**.

A presente invenção refere-se a um processo para a fundição de sucata de aço em um forno, no qual, para o fornecimento de energia de fundição através de um canal de fluxo (8), um gás de trabalho é insuflado para dentro do forno e é conduzido por meio de pelo menos um queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que a geração do plasma ocorre por meio de pelo menos uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17). A invenção se refere ainda a um forno de fundição (1), com pelo menos um dispositivo de aquecimento (6) que atravessa uma parede do forno para o fornecimento de energia de fundição, com a seguinte configuração restante: o dispositivo de aquecimento (6) compreende um corpo tubular (7), que envolve um canal de fluxo (8); uma seção longitudinal do corpo tubular (7) acha-se configurada como queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que este queimador apresenta uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17).

Novo quadro reivindicatório (total de 09 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações conforme relatório do Exame Preliminar.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a fundição de sucata de aço em um forno, no qual, para o fornecimento de energia de fundição através de um canal de fluxo (8), um gás de trabalho é insuflado para dentro do forno e é conduzido por meio de pelo menos um queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que a geração do plasma ocorre por meio de pelo menos uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17), e no qual, através de uma região radial externa do canal de fluxo (8), é conduzido um gás de refrigeração.
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, no qual como gás de refrigeração emprega-se um gás correspondente ao gás de trabalho.
3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, no qual o gás de trabalho é conduzido através de um tubo de injeção (16), que se estende centralizadamente no canal de fluxo (8), para o centro da zona de aquecimento (17).
4. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, no qual partículas de pó metálico e/ou óxido são misturadas a um gás conduzido através do queimador de plasma (10).
5. Processo de acordo com a reivindicação 4, no qual as partículas de pó são conduzidas à zona de aquecimento (17) junto com uma corrente de gás separada da corrente de gás de trabalho.
6. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, no qual o fornecimento de gás ocorre através de uma região de parede lateral (3) do forno.
7. Forno de fundição para a fundição de sucata, com pelo menos um dispositivo de aquecimento (6) que atravessa uma parede do forno para o fornecimento de energia de fundição, com a seguinte configuração restante:
 - o dispositivo de aquecimento compreende um corpo tubular (7), que envolve um canal de fluxo (8);
 - uma seção longitudinal do corpo tubular (7) acha-se configurada como queimador de plasma (10) sem eletrodo, sendo que este queimador

apresenta uma bobina de aquecimento indutiva (18) que envolve coaxialmente o canal de fluxo (8) e que forma uma zona de aquecimento (17);

- centralizadamente no canal de fluxo (8), acha-se disposto um tubo de injeção (16) que se estende até a zona de aquecimento (17) ou penetra nesta;

- o tubo de injeção (16) encontra-se envolvido por um tubo condutor de gás (25) coaxialmente e com distância radial.

- entre o tubo de injeção (16) e a parede do canal de fluxo (8), há um canal anelar (26, 27) para o fornecimento de um gás de refrigeração.

10 8. Forno de fundição de acordo com a reivindicação 8, no qual, ao menos na região da zona de aquecimento (17), a parede do canal de fluxo (8) encontra-se envolvida externamente por um corpo de refrigeração (23).

15 9. Forno de fundição de acordo com a reivindicação 7 ou 8, no qual pelo menos um dispositivo de aquecimento (6) se estende através de uma região de parede lateral (3) do forno.