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

(21) **PI0707450-6 A2**

(22) Data de Depósito: 15/01/2007
(43) Data da Publicação: 03/05/2011
(RPI 2104)

(51) Int.Cl.:
C21C 5/52

(54) Título: **PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESCÓRIA ESPUMADA EM UM BANHO METÁLICO**

(30) Prioridade Unionista: 01/02/2006 DE 10 2006 004 532.7

(73) Titular(es): SMS DEMAG AG

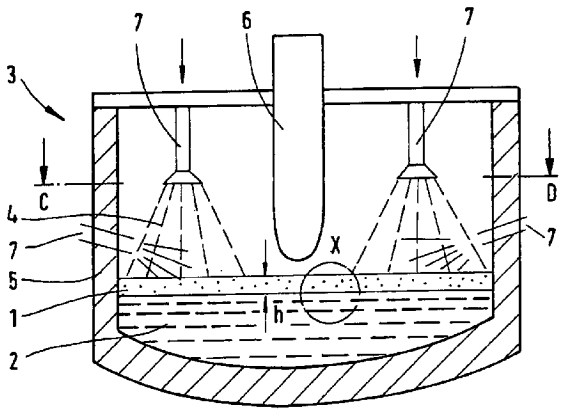
(72) Inventor(es): Johann Reichel, Lutz Rose, Miroslav Karbowniczek

(74) Procurador(es): Orlando de Souza

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007000291 de 15/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/087979de 09/08/2007

(57) Resumo: PROCESSO PARA PRODUÇAO DE UMA ESCÕRIA ESPUMADA EM UM BANHO METALI CO A invenção refere-se a um processo para produção de uma escória espumada (1) em uma massa fundida (2) metálica em um forno (3) metalúrgico, em que uma mistura (4) contendo ao menos um óxido de metal e carbono é alimentada no forno (3) , sendo que abaixo da escória (1) que ali se encontra o óxido de metal é reduzido pelo carbono, sendo que os gases resultantes quando da redução formam bolhas na escória, com o que a escória é espumada. Para se configurar de maneira ótima a formação de escória espumada, de acordo com a invenção é previsto que a adição da mistura (4) ao forno (3) é feita de tal maneira que resulta ou é mantida uma altura (h) desejada ou uma faixa desejada da altura (h) da camada da escória espumada (1)



PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESCÓRIA ESPUMADA EM UM BANHO METÁLICO

A invenção refere-se a um processo para produção de uma escória espumada em uma massa fundida metálica em um forno metalúrgico, em que uma mistura contendo ao menos um óxido de metal e carbono é alimentada no forno, sendo que abaixo da escória que ali se encontra o óxido de metal é reduzido pelo carbono, sendo que os gases resultantes quando da redução formam bolhas na escória, com o que a escória é espumada, e sendo que a adição da mistura ao forno é feita de tal maneira que resulta ou é mantida uma altura desejada ou uma faixa desejada da altura da camada da escória espumada.

Um processo do tipo segundo o gênero é conhecido da WO 2004/104232 A 1. Com o processo anteriormente conhecido pode ser produzida uma escória espumada em uma massa fundida metálica, por exemplo em uma massa fundida de metal inoxidável. Durante a fusão do metal sólido em um forno de arco voltaico elétrico se forma uma escória, que pode conter uma elevada fração de óxido de Cr. A concentração dessa fração alcança, freqüentemente, valores de mais de 30%. Devido à sua composição com o processo anteriormente conhecido, tais escórias podem não ser fluidificadas e espumadas na medida desejada. Soluções semelhantes são conhecidas da DE 26 08 320 B1, da WO 01/72090 A1, da WO 99/23264 e da WO 2004/104232 A1.

Dos documentos conhecidos é então sabido que à massa fundida metálica é adicionada uma mistura que contém ao menos um óxido de metal e carbono. Além disso, a mistura pode apresentar um material portador de ferro e um material

aglutinante. A mistura pode ser prensada e adicionada à massa fundida em forma de pelotas ou briquetes. Sendo a mistura introduzida na região entre a massa fundida metálica e a camada de escória, pode reagir ali quimicamente, sendo iniciada uma operação de redução do óxido de metal. Dessa operação de redução do óxido de metal com o carbono pode resultar monóxido de carbono (CO) em forma gasosa, que ocasiona uma formação de bolhas e assim a escória espuma.

A vantagem da produção de uma escória espumada reside no seguinte: Quando da operação de um forno de arco voltaico elétrico, a carga, p.ex. a sucata a ser fundida, é fundida no forno por meio do arco voltaico dos eletrodos. Além da função primária da remoção de componentes indesejados da massa fundida metálica, a escória cumpre uma função protetora devido ao estado espumado. Pois nele a escória espumada preenche o espaço ao menos entre as extremidades de eletrodo e a superfície do metal ao menos parcialmente e assim protege o revestimento refratário do forno contra a energia de radiação do forno de arco voltaico elétrico.

Devido à pouca condutibilidade térmica da escória espumada, a radiação do arco voltaico relativamente à parede do forno elétrico é acentuadamente reduzida e melhora, assim, a introdução de energia na massa fundida metálica.

Outra vantagem da escória espumada é que ela atua amortecedora de ruídos. O arco voltaico envolto ou revestido emite assim menos ruídos para o meio ambiente, melhorando as condições ambientais na região do forno.

De fato, com o processo anteriormente conhecido é possível produzir uma escória espumada, mas se comprovou desvantajoso que seja difícil o preciso controle da quantidade da escória espumada.

A invenção tem, portanto, como objetivo propor um processo do tipo mencionado no início, com o qual essa desvantagem possa ser evitada. O processo de formação de escória espumada deve, portanto, ser melhor controlável ou regulável para se poder disponibilizar assim uma quantidade ótima de escória espumada.

Esse objetivo é alcançado pela invenção pelo fato de que como forno metalúrgico é empregado um forno de arco voltaico elétrico ou agregado de fusão com eletrodos, sendo que, com parede do forno configurada essencialmente circular em vista do alto e com disposição essencialmente central de ao menos um eletrodo do forno, a adição da mistura é feita em uma área circular entre os eletrodos e a parede.

Pode-se portanto dizer que a altura da camada consistindo em escória espumada é mantida especificamente a um nível desejado, devendo-se entender pela faixa de altura um âmbito de tolerância permitido para a altura da camada de escória espumada. A adição da mistura pode então se dar tanto continuamente como também a intervalos de tempo predeterminados.

Um significado especial da invenção consiste em selecionar a correta dosagem da mistura. Verificou-se que há ótimas condições para a formação de espuma quando a adição da mistura é feita com uma quantidade de 3 a 20 kg por minuto e por tonelada de massa fundida metálica. De

modo especialmente preferido, a adição se situa entre 5 e 15 kg por minuto e por tonelada de massa fundida metálica.

Verificou-se que também a adição de mistura específica à área é um parâmetro importante. Uma execução da invenção prevê, portanto, que a adição da mistura seja feita de tal maneira que seja mantida uma quantidade de mistura de 15 a 35 kg/m^2 sobre a superfície da massa fundida metálica. De modo especialmente preferido, esse valor se situa entre 20 e 30 kg/m^2.

É importante que a mistura atue no local correto. Por isso, vantajosamente, a mistura é introduzida entre a massa fundida metálica e a escória. Se provou favorável, que a adição da mistura acontece na faixa do centro radial do recipiente circular.

Como já sabido anteriormente, pode ser empregada uma mistura que apresente além do óxido de metal e carbono ainda um material portador de ferro e cromo. Além disso pode apresentar um material aglutinante. A manipulação da mistura é facilitada quando é configurada como briquete ou como pelota.

Com o procedimento de acordo com a invenção se pode conseguir que a quantidade de escória espumada seja mantida dentro de limites desejados, de modo que a ação vantajosa da escória espumada pode ser otimizada.

No desenho está representado um exemplo de execução da invenção. Mostram:

Fig. 1 - um forno de arco voltaico elétrico pelo corte A-B segundo a fig. 2,

Fig. 2 - o forno de arco voltaico elétrico pelo corte C-D segundo a fig. 1,

Fig. 3 - o detalhe X segundo a fig. 1 e

Fig. 4 - a curva da altura h da camada de escória espumada pelo tempo.

O forno de arco voltaico elétrico 3 representado nas figuras 1 e 2 serve para a fusão de material metálico, isto é, para produção de uma massa fundida 2 metálica. Sobre a massa fundida 2 se encontra uma camada de escória 1, que deve ser aí espumada para se poder obter as vantagens acima mencionadas.

Para essa finalidade, através de dispositivo de adução 7 apropriado é adicionada uma mistura, que apresenta um óxido de metal e carbono. Além disso, pode apresentar um material portador contendo ferro bem como um material aglutinante. A mistura é prensada de preferência para briquetes ou pelotas. As linhas tracejados dos dispositivos de adução 7 em direção à massa fundida 2 indicam como as pelotas ou briquetes são lançados sobre a superfície da escória ou da massa fundida.

O peso específico ou a densidade de compressão da mistura 4 são então de tal maneira selecionados que ocorre uma ótima formação de bolhas relativamente à intensidade da reação e à duração do processo. O peso específico é então de tal maneira selecionado que a mistura 4, após alimentação no forno 3, se mantém entre a massa fundida 2 metálica e a escória 1. Isso é indicado na fig. 3, onde se pode ver que as pelotas ou briquetes da mistura 4 de fato caem sob a escória espumada 1, mas bóiam sobre a massa fundida 1 metálica.

Quanto a detalhes sobre isso faz-se referência à WO 2004/104232 A1.

Como se pode ver na fig. 1 e na fig. 3, a escória 1 espumada apresenta uma altura h, que deve ser mantida em um valor desejado ou em uma faixa de tolerância predeterminada. Para se conseguir isso, segundo a especificação acima, uma quantidade correspondente de mistura 4 por tempo e relativamente à massa da massa fundida 2 é introduzida no forno 3. Isso pode ocorrer continuamente ou a intervalos de tempo predeterminados. Na fig. 4 está indicado que a intervalos de tempo regulares mistura 4 é introduzida no forno 3 e assim aplicada à massa fundida 2 metálica (ver a seta designada com a referência 4). Cada adição de mistura 4 tem por conseqüência uma reação química, cujo decurso está indicado com as curvas tracejadas. A superposição de todas as reações conduz a uma reação total, que leva a uma altura h definida da camada espumada. Especialmente é a altura h mantida em uma faixa de tolerância Δh, como indicado na fig. 4.

O intervalo da adição da mistura 4 é de tal maneira selecionado que é garantida uma formação de bolhas tão contínua quanto possível, o que resulta da superposição das reações parciais individuais.

Em geral é válido que a reação da mistura não decorre linearmente e a escória espumada é correspondentemente formada. A mistura 4, que está introduzida entre escória espumada 1 e massa fundida 2 metálica, sofre um processo de dissolução com redução paralela do óxido de ferro. Partículas de mistura são envoltas imediatamente após sua dissolução da pelota ou briquete devido à temperatura ambiente com uma casca de metal solidificado. Devido ao fato de que a temperatura de fusão média da partícula é

menor do que aquela do metal, tem lugar um processo de fusão e de reações químicas do material dentro da casca. Em função da diferença de temperatura, a reação é terminada dentro da casca ou antes da fusão da casca ou depois. No primeiro caso o processo pode levar ao estouro da partícula, o que tem por conseqüência uma liberação explosiva de uma bolha de CO. No outro caso, a bolha de Co se desenvolve livremente no metal.

Têm lugar então por exemplo as seguintes reações químicas:

$(Fe_xO_y) + y\ [C] = y\ \{CO\} + x\ [Fe]$

$(CaCO_3) = (Cao) + (\{CO_2\}$

Ótimos resultados podem ser alcançados quando entre 5 e 15 kg de mistura por tonelada (1.000 kg) de massa fundida metálica e por minuto são adicionados. É então empregada de preferência uma mistura, que apresenta entre 40 e 70 % em peso, de preferência entre 50 e 60 % em peso, de FeCrHC.

Na fig. 2 se pode ver ainda que os quatro dispositivos de adução 7 aqui representados aplicam a mistura a uma superfície circular da escória 1 ou da massa fundida 2 metálica. A área anular é formada radialmente internamente pela extremidade de invólucro 8 do eletrodo 6 ou dos eletrodos concebida em forma de círculo (círculo interior). O círculo 9 exterior da área anular é vizinha à parede 5 do forno 3. A mistura é então portanto alimentada, anularmente, entre a parede de forno 5 e o ao menos um eletrodo 6. A mistura 4 deve então, de preferência, ser alimentada aproximadamente no meio radial entre círculo 8 interior e círculo 9 exterior, como indicado na fig. 2. Uma alternativa correspondente resulta por adições com auxílio

de dispositivos de adução lateralmente posicionados.

A alimentação ponderal específica à área da mistura 4 foi igualmente identificada como parâmetro essencial. Para tanto é proposto de preferência um valor entre 20 e 30 kg de mistura por metro quadrado da superfície.

Um resultado de espumação ótimo é portanto alcançado quando, de um lado, a freqüência da adição da mistura é favoravelmente selecionada (isto é, a quantidade de mistura por tempo e por massa da massa fundida metálica), e de outro lado a distribuição da mistura se dá tão anularmente quanto possível sobre a superfície da escória ou da massa fundida metálica e quando, finalmente, a mistura com a quantidade específica mencionada com relação à superfície é adicionada.

Com isso é mantida a altura desejada da escória espumada pelo tempo, o que tem o efeito vantajoso acima mencionado.

LISTA DE REFERÊNCIAS

1 escória / escória espumada

2 massa fundida metálica

3 forno metalúrgico

4 mistura

5 parede

6 eletrodo

7 dispositivo de adução

8 círculo interior (extremidade de invólucro dos eletrodos)

9 circuito exterior

h altura da escória espumada

Δh faixa de tolerância da altura h

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produção de uma escória espumada (1) em uma massa fundida (2) metálica em um forno (3) metalúrgico, em que uma mistura (4) contendo ao menos um óxido de metal e carbono é alimentada no forno (3), sendo que abaixo da escória (1) que ali se encontra o óxido de metal é reduzido pelo carbono, sendo que os gases resultantes quando da redução formam bolhas na escória, com o que a escória é espumada, e sendo que a adição da mistura (4) ao forno (3) é feita de tal maneira que resulta ou é mantida uma altura (h) desejada ou uma faixa desejada da altura (h) da camada da escória espumada (1), **caracterizado** pelo fato de que como forno (3) metalúrgico é empregado um forno de arco voltaico elétrico ou agregado de fusão com eletrodos, sendo que, com parede (5) do forno (3) configurada essencialmente circular em vista do alto e com disposição essencialmente central de ao menos um eletrodo (6) do forno (3), a adição da mistura (4) é feita em uma área circular entre os eletrodos (6) e a parede (5).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a adição da mistura (4) é feita continuamente.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a adição da mistura (4) é feita a intervalos de tempo predeterminados.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1, 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que a adição da mistura é feita com uma quantidade de 3 a 20 kg por minuto e por tonelada de massa fundida (2) metálica.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 4,

caracterizado pelo fato de que a adição da mistura (4) é feita com uma quantidade de 5 a 15 kg por minuto e por tonelada de massa fundida (2) metálica.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4 ou 5, **caracterizado** pelo fato de que a adição da mistura (4) é feita de tal maneira que é mantida uma quantidade de mistura de 15 a 35 kg/m^2 sobre a superfície da massa fundida (2) metálica.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que a adição da mistura (4) é feita de tal maneira que é mantida uma quantidade de mistura de 20 a 30 kg/m^2 sobre a superfície da massa fundida (2) metálica.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, **caracterizado** pelo fato de que a mistura (4) é introduzida entre a massa fundida (2) metálica e a escória (1).

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ou 8, **caracterizado** pelo fato de que a adição da mistura (4) é feita na região do meio radial da área circular.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9, **caracterizado** pelo fato de que a mistura (4) apresenta ainda um material portador de ferro e cromo.

11. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10, **caracterizado** pelo fato de que a mistura (4) apresenta ainda um material aglutinante.

12. Processo, de acordo com qualquer uma das

reivindicações de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11, **caracterizado** pelo fato de que a mistura (4) é executada como briquete ou pelota.

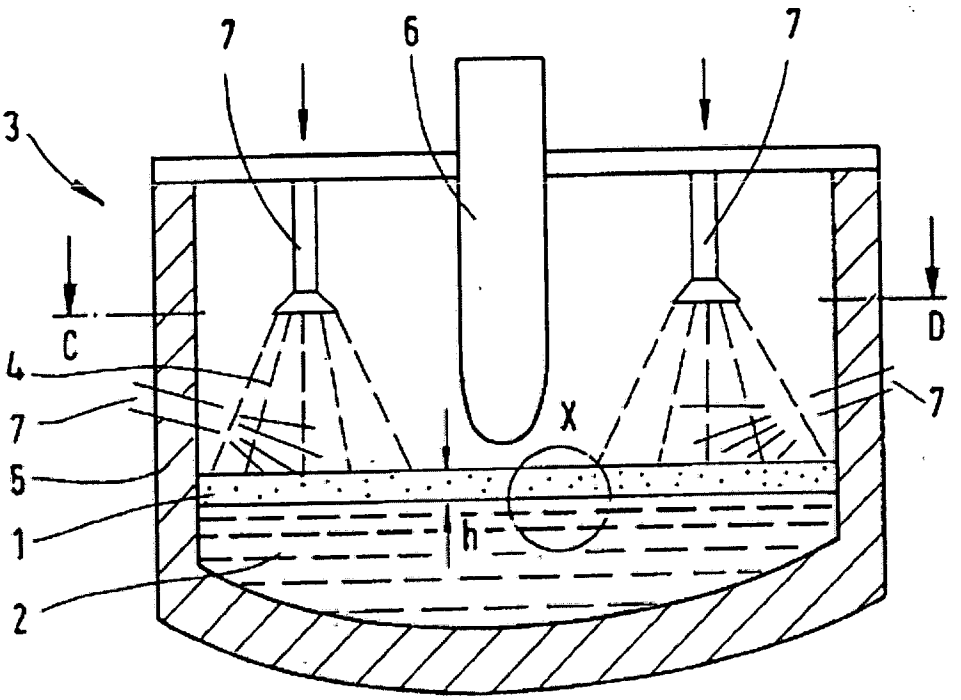


FIG.1

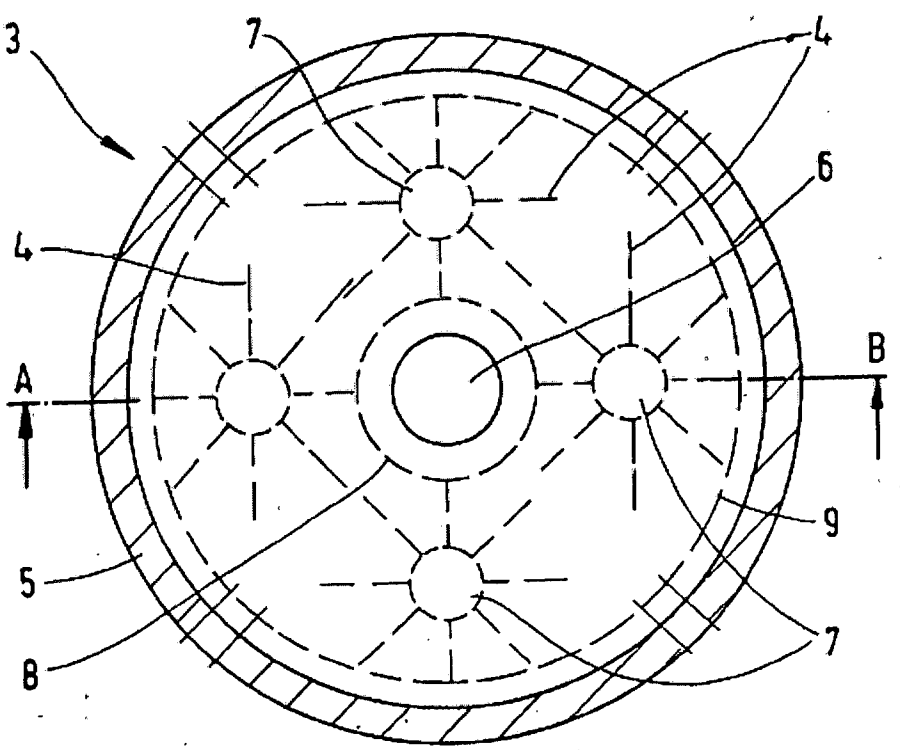


FIG.2

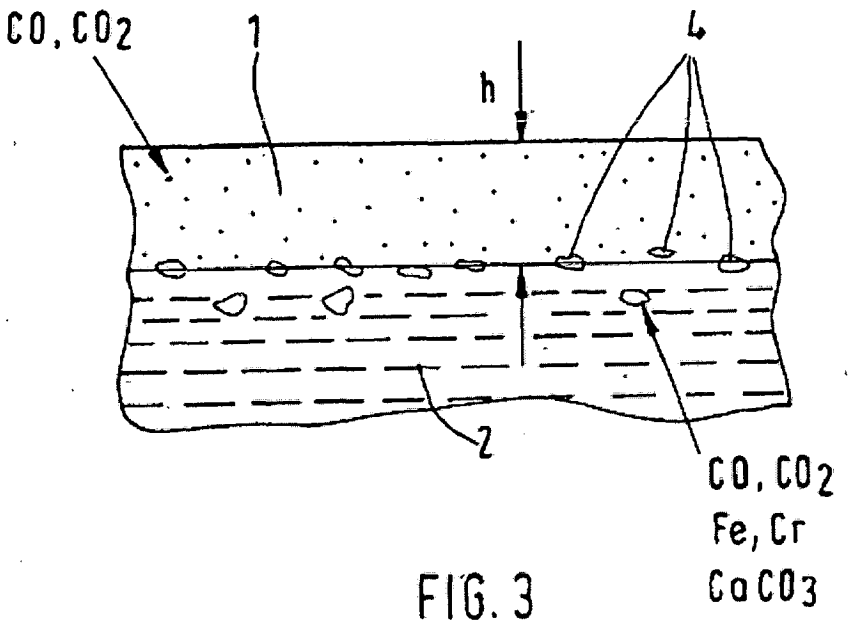


FIG. 3

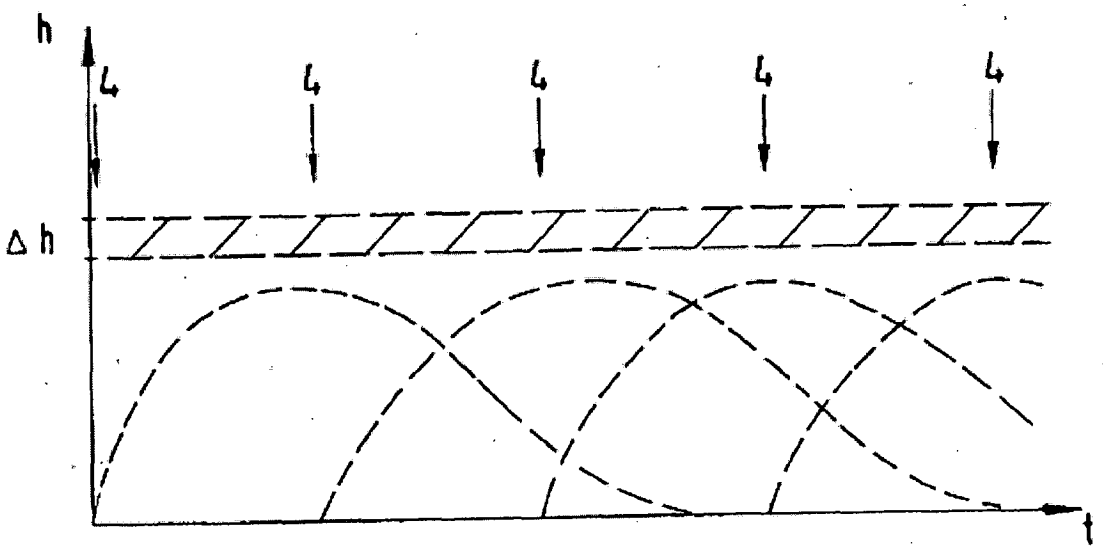


FIG. 4

PI0707450-6

PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UMA ESCÓRIA ESPUMADA EM UM BANHO METÁLICO

A invenção refere-se a um processo para produção de uma escória espumada (1) em uma massa fundida (2) metálica em um forno (3) metalúrgico, em que uma mistura (4) contendo ao menos um óxido de metal e carbono é alimentada no forno (3), sendo que abaixo da escória (1) que ali se encontra o óxido de metal é reduzido pelo carbono, sendo que os gases resultantes quando da redução formam bolhas na escória, com o que a escória é espumada. Para se configurar de maneira ótima a formação de escória espumada, de acordo com a invenção é previsto que a adição da mistura (4) ao forno (3) é feita de tal maneira que resulta ou é mantida uma altura (h) desejada ou uma faixa desejada da altura (h) da camada da escória espumada (1).