



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0917899-6 B1



(22) Data do Depósito: 28/08/2009

(45) Data de Concessão: 04/05/2021

(54) Título: MÉTODO PARA A PRODUÇÃO DE UMA LIGA DE FERRO EM UM FORNO DE ARCO ELÉTRICO

(51) Int.Cl.: C22C 33/00; C21C 5/00; C22C 38/00; C21B 3/00; C21C 7/00; (...).

(30) Prioridade Unionista: 14/11/2008 AU 2008246209; 29/08/2008 AU 2008207575.

(73) Titular(es): NEWSOUTH INNOVATIONS PTY. LIMITED.

(72) Inventor(es): PAUL ANTHONY VIELHAUER; PAUL JAMES O'KANE; JONATHAN DAVID DICKER; CATHERINE LOUISE SKIDMORE.

(86) Pedido PCT: PCT AU2009001126 de 28/08/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/022473 de 04/03/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 28/02/2011

(57) Resumo: Método para a produção de uma liga de ferro em um forno de arco elétrico A presente invenção se refere a um método para produção de uma liga de ferro, tal como aço, em um forno de arco elétrico ou outro forno metalúrgico adequado. O método compreende o suprimento de uma mistura de (a) um polímero contendo carbono que seja capaz de agir como um agente de espumante da escória e de (b) outra fonte de carbono dentro do forno durante pelo menos uma parte de uma fase de potência ligada ou energização do método. Um forno metalúrgico é também descrito.

"Método para a produção de uma liga de ferro em um forno de arco elétrico"

[001] A presente invenção se refere a um método e a um aparelho para a produção de ligas de ferro (tal como aço) em um forno de arco elétrico ou outro forno metalúrgico adequado.

[002] O pedido de patente internacional publicado WO 2006/024069, em nome de New South Innovations Pty Ltd, doravante referido como "Pedido Publicado Internacional" descreve um método para a produção de uma liga de ferro em um forno de arco elétrico que é caracterizado pelo suprimento de um polímero contendo carbono não aglomerado que funciona como um agente espumante da escória para o forno.

[003] O referido Pedido Publicado Internacional define o termo "polímero contendo carbono não aglomerado" como cobrindo "ambos os polímeros particulados e granulados finos e grossos e deve excluir tais polímeros quando formatos juntos com poeira de rejeito EAF ou poeira de aço". O Pedido Publicado Internacional descreve que tais sólidos aglomerados compreendendo polímeros e poeira de rejeito EAF ou poeira de aço não agem como um agente espumante para a escória.

[004] O Pedido Publicado Internacional descreve que, tipicamente, o polímero contendo carbono não aglomerado é carregado em um forno de arco elétrico de tal modo que ele pelo menos queime parcialmente e produza um resíduo carbonáceo. O Pedido Publicado Internacional também descreve que o resíduo carbonáceo se oxida depois para

causar a espumação da escória e pode, adicionalmente, agir como um agente de redução ou um recarburador.

[005] O Pedido Publicado Internacional descreve que, tipicamente, o polímero contendo carbono compreende os átomos C, H e opcionalmente O apenas, e que, embora outros elementos possam estar presentes no polímero (por exemplo, N, S, P, Si, halogênios, etc.), esses outros elementos podem interferir na produção de ligas de ferro e/ou produzir contaminantes, poluentes, gases nocivos, etc. O Pedido Publicado Internacional descreve que, pela seleção adequada do polímero contendo carbono, a formação de gases nocivos e outros produtos prejudiciais ou danosos pode ser evitada. O Pedido Publicado Internacional descreve que um polímero contendo carbono adequado é polietileno, mas outros plásticos, tais como polipropileno, poliestireno, poli(estireno-butadieno), APS, etc. também podem ser utilizados.

[006] A descrição acima referente à descrição do Pedido Publicado Internacional não deve ser considerada uma admissão de que o Pedido Publicado Internacional é parte do conhecimento geral comum na Austrália ou em outro lugar.

[007] A descrição no Pedido Publicado Internacional é incorporada aqui como referência cruzada.

[008] O requerente realizou testes do método de produção de ligas de ferro na forma de aço nas instalações do forno de arco elétrico do requerente em Melbourne e Sidney.

[009] Consequentemente, o requerente identificou parâmetros que são importantes para o uso bem sucedido dos

polímeros contendo carbono não aglomerados na produção de aço.

[0010] Além disso, como uma consequência dos testes, o requerente desenvolveu um método particular de produção de aço (e outras ligas de ferro). O método inclui o uso de polímeros contendo carbono não aglomerados e aglomerados.

[0011] Adicionalmente, como uma consequência dos testes, o requerente desenvolveu a tecnologia para o suprimento bem sucedido de polímeros contendo carbono não aglomerados e aglomerados para um forno de arco elétrico, ou outro forno metalúrgico adequado, para a realização do método mencionado acima de produção de aço no forno.

[0012] Em particular, a tecnologia desenvolvida pelo requerente enfoca áreas tais como, mas não limitadas a, (a) mistura de polímeros contendo carbono não aglomerados e aglomerados e outros materiais, (b) suprimento da mistura para um forno incluindo a vazão de material para dentro do forno, (c) manuseio de materiais da mistura a montante do forno, e (d) coleta de temperatura e controle de calor como um todo no forno.

[0013] De acordo com a presente invenção é fornecido um método de produção de uma liga de ferro, tal como aço, em um forno de arco elétrico ou outro forno metalúrgico adequado, que compreende o suprimento de uma mistura de (a) um polímero contendo carbono que é capaz de agir como um agente espumante para a escória e de (b) uma outra fonte de carbono para dentro do forno durante pelo menos uma parte de uma fase de "potência ligada" do método.

[0014] Mais especificamente, a presente invenção fornece um método de produção de uma liga de ferro, tal como aço, em um forno de arco elétrico ou outro forno metalúrgico adequado, que compreende o suprimento de uma mistura de (a) um polímero contendo carbono que é capaz de agir como um agente espumante para a escória, e de (b) uma outra fonte de carbono para dentro do forno durante pelo menos uma parte de uma primeira fase de "potência ligada" do método, e suprimento de uma mistura adicional do polímero contendo carbono e uma outra fonte de carbono para dentro do forno de arco elétrico durante uma segunda fase de "potência ligada" do método.

[0015] Mais especificamente, a presente invenção fornece um método de produção de uma liga de ferro em um forno de arco elétrico ou outro forno metalúrgico adequado que compreende:

(a) o suprimento de uma carga inicial de uma matéria-prima (alimentação) para a liga de ferro no forno;

(b) a operação em uma primeira fase de "potência ligada" (energização) e o estabelecimento de um arco entre um eletrodo ou eletrodos do forno e a carga de alimentação (matéria-prima) sólida e geração de calor no forno e fundição da carga de alimentação (matéria-prima) sólida;

(c) depois de um primeiro período de tempo dentro da primeira fase de "potência ligada" (energização), o início do suprimento de uma mistura de (i) um polímero contendo carbono que seja capaz de agir como um agente espumante para a escória, e de (ii) uma outra fonte de carbono para dentro do forno;

(d) ao final da primeira fase de "potência ligada" "energização", o suprimento de uma carga adicional da matéria-prima de liga de ferro para o forno;

(e) a operação em uma segunda fase de "potência ligada" (energização) pelo restabelecimento do arco;

(f) depois de um primeiro período de tempo dentro da segunda fase de "potência ligada" (energização), o início da injeção de uma mistura de (i) um polímero contendo carbono que seja capaz de agir como um agente espumante para a escória, e de (ii) uma outra fonte de carbono para dentro do forno; e

(g) no final da segunda fase de "potência ligada" (energização), o derramamento (saída) da liga de ferro fundida do forno.

[0016] O método pode incluir a injeção da mistura do polímero contendo carbono e da outra fonte de carbono durante as fases de "potência desligada=potência desligada" (energização/não-energização) do método.

[0017] O polímero contendo carbono pode ser um polímero não aglomerado descrito aqui.

[0018] Tipicamente, o polímero contendo carbono não aglomerado é como descrito no Pedido Publicado Internacional.

[0019] O polímero contendo carbono não aglomerado pode compreender qualquer uma ou mais dentre borrachas (sintética ou natural) e outros polímeros, tais como polipropileno, poliestireno, poli(estireno-butadieno), e APS. Tipicamente, o polímero tem uma função secundária como uma fonte de energia.

[0020] O polímero contendo carbono pode ser um polímero contendo carbono aglomerado. Exemplos de tais aglomerados incluem aglomerados de polímeros contendo carbono e qualquer um ou mais fluxos, óxidos de ferro (tal como escamas de moagem), e sólidos de recipiente de coleta doméstico.

[0021] Tipicamente, a fonte de carbono adicional é como descrita no Pedido Publicado Internacional e, por meio de exemplo, pode agir como um combustível e, adicionalmente, pode contribuir para a espumação da escória, e agir como um agente de redução ou recarburador.

[0022] A outra fonte de carbono pode compreender qualquer um ou mais dentre coque, carvão mineral, carvão vegetal e grafite.

[0023] Um operador de forno pode utilizar qualquer parâmetro adequado para determinar o tempo para iniciar o suprimento da mistura de polímero contendo carbono e a outra fonte de carbono durante a fase ou fases de "potência ligada" (energização).

[0024] Através do exemplo, o operador pode temporizar o início de tal suprimento com base em qualquer um ou mais dentre consumo de energia do forno, composição da fusão no forno e a temperatura da fusão.

[0025] O tempo de "potência ligada" (energização) durante a fase ou fases de desses materiais também pode ser utilizado como um indicador dos tempos para se iniciar o suprimento da fonte contendo carbono e da outra fonte de carbono.

[0026] A razão preferida da fonte contendo carbono e da outra fonte de carbono na mistura desses

materiais mencionada acima pode variar com os fornos em particular.

[0027] A razão da fonte contendo carbono e da outra fonte de carbono na mistura desses materiais mencionada acima pode variar durante o período de tempo ou períodos de tempos de suprimento da mistura ao forno.

[0028] A vazão da mistura da fonte contendo carbono e da outra fonte de carbono pode ser constante ou pode variar durante o período de tempo ou períodos de tempo de suprimento da mistura ao forno.

[0029] Pode haver um suprimento contínuo ou periódico da mistura da fonte contendo carbono e da outra fonte de carbono durante a fase ou fases de "potência ligada" (energização).

[0030] O polímero contendo carbono pode compreender de 20 a 60%, em peso, do peso total da mistura.

[0031] Mais tipicamente, o polímero contendo carbono compreende de 20 a 50%, em peso, do peso total da mistura.

[0032] Tipicamente, o polímero contendo carbono compreende de 20 a 40%, em peso, do peso total da mistura.

[0033] Preferivelmente, o polímero contendo carbono compreende de 25 a 35%, em peso, do peso total da mistura.

[0034] A mistura da fonte contendo carbono e da outra fonte de carbono suprida ao forno durante a primeira fase de "potência ligada" (energização) pode ser igual à mistura suprida durante a segunda fase de "potência ligada" (energização).

[0035] Alternativamente, as misturas podem ser diferentes em termos dos materiais e/ou das razões dos materiais.

[0036] Tipicamente, os tamanhos e as densidades de cada um dos componentes da mistura da fonte contendo carbono e da outra fonte de carbono são selecionados com relação às exigências de manuseio de materiais para mistura e de transporte da mistura para o forno. Os componentes podem ser pré-misturados remotamente a partir do forno e armazenados como uma mistura perto do forno e supridos através de uma tubulação para o forno quando necessário durante a operação do método. Alternativamente, os componentes podem ser armazenados separadamente perto do forno e misturados quando necessário e transportados para o forno. As considerações de manuseio dos materiais incluem a formação da mistura como uma mistura homogênea, isso é, uma mistura que tem uma densidade substancialmente uniforme com segregação mínima dos componentes, e sendo capaz de transportar a mistura até o forno de forma eficiente, isso é, evitando-se o entupimento dos tubos.

[0037] Tipicamente, o tamanho da fonte contendo carbono é selecionado de modo a ser inferior a 6 mm, e preferivelmente inferior a 4 mm.

[0038] Tipicamente, o método compreende a injeção de um gás contendo oxigênio, tal como oxigênio, dentro do forno durante a fase ou fases de "potência ligada" (energização).

[0039] O método pode incluir o monitoramento do perfil da escória, como descrito aqui, durante o curso do método e o controle da injeção da mistura do polímero

contendo carbono e da outra fonte de carbono com relação ao perfil da escória monitorado.

[0040] O termo "perfil de escória" é compreendido aqui como significando características, tais como os níveis de óxido de ferro, da escória que fornecem uma indicação (direta ou indiretamente) da operação do método.

[0041] O perfil de escória pode ser monitorado continuamente ou periodicamente.

[0042] A carga inicial e a carga adicional da matéria-prima podem ser cargas sólidas. Uma ou ambas as cargas podem incluir pelo menos algum metal fundido.

[0043] De acordo com a presente invenção, é fornecido também um forno metalúrgico, tal como um forno de arco elétrico, que compreende um sistema de manuseio de materiais para suprir uma mistura de (i) um polímero contendo carbono que é capaz de agir como um agente espumante de escória, e de (ii) uma outra fonte de carbono para o forno durante um método de produção de uma liga de ferro no forno.

[0044] Tipicamente, o sistema de manuseio de materiais compreende tremonhas separadas para o armazenamento do polímero contendo carbono e da outra fonte de carbono, uma tubulação para transportar o polímero contendo carbono e a outra fonte de carbono para o forno, e válvulas de controle para controlar o fluxo de cada um, do polímero contendo carbono e da outra fonte de carbono, para dentro da linha de suprimento, de modo que a mistura desses materiais se forme na tubulação e seja transportada para e suprida para o forno.

[0045] Tipicamente, o sistema de manuseio de materiais compreende um soprador para arrastar a mistura e transportar a mistura ao longo da tubulação.

[0046] Tipicamente, o sistema de manuseio de materiais é disposto para suprir polímero contendo carbono para a tubulação a montante do ponto ou pontos de introdução para a outra fonte de carbono.

[0047] A mistura do polímero contendo carbono e a outra fonte de carbono pode ser suprida para o forno por qualquer aparelho adequado.

[0048] Por exemplo, a mistura pode ser injetada no forno através de uma lança ou lanças se estendendo para dentro do forno através de uma abertura em um lado ou no teto do forno.

[0049] Outras opções de injeção incluem um queimador/injetor integrados ou queimadores/injetores integrados se estendendo através da parede lateral e/ou do teto e lanças de consumo se estendendo para dentro do forno.

[0050] A presente invenção é descrita adicionalmente por meio de exemplo com referência ao desenho em anexo que é uma linha de tempo para uma modalidade de um método de produção de aço em um forno de arco elétrico de acordo com a presente invenção.

[0051] A descrição a seguir da linha de tempo ilustrada na figura foi desenvolvida durante o curso de testes em instalações de arco elétrico do requerente, em Sidney.

[0052] Em termos gerais, a tecnologia desenvolvida pelo requerente como consequência dos testes,

incluindo o fluxograma, foca em áreas tais como, mas não limitadas a, mistura de polímeros contendo carbono não aglomerados, como descrita aqui, e outros materiais, o suprimento da mistura para um forno, o manuseio de materiais da mistura a montante do forno, e a coleta de temperatura e o controle de calor como um todo no forno.

[0053] Pode-se considerar prontamente que as linhas de tempo adequadas para a produção de aço em outros fornos de arco elétrico podem ser facilmente desenvolvidas com base no caso-a-caso.

[0054] Com referência à figura, uma primeira matéria-prima sólida para a produção de aço na forma de uma carga de refugo é suprida ao forno de arco elétrico em um período de tempo de dois minutos.

[0055] Depois do carregamento do forno, a energia é suprida para os eletrodos do forno, e o oxigênio (ou outro gás contendo oxigênio adequado) é injetado para dentro do forno. Os arcos são estabelecidos entre os eletrodos e a matéria-prima sólida, gerando assim calor que funde progressivamente a carga sólida.

[0056] Depois de aproximadamente 3MWh de potência ter sido suprida ao forno, que é tipicamente um período de tempo de três minutos nessa primeira fase de "potência ligada" (energização), começa a injeção de fluxos na forma de cal e magnésia no forno. Esses materiais são supridos para formar uma escória no material fundido que se forma no forno. O valor de 3MWh é igual à potência requerida para que os eletrodos "perfurem para baixo" através da escória e estejam em arco na fusão intensa no fundo do forno.

[0057] Depois de aproximadamente 8MWh de potência ter sido suprida ao forno, que é tipicamente um período de oito minutos na primeira fase de "potência ligada" (energização), uma mistura de um polímero contendo carbono não aglomerado na forma de borracha e uma outra fonte de carbono na forma de coque são injetadas no forno. O valor 8MWh é igual a quando um banho plano de material fundido e uma escória líquida começam a se formar. A injeção da mistura continua a uma vazão constante por um período de quatro minutos até o final da primeira fase de "potência ligada" (energização) (e injeção de oxigênio). A mistura é injetada através de uma lança que se estende para dentro do forno. A mistura de borracha/coque age como um combustível, com combustão de borracha/coque que gera calor. A borracha/coque, incluindo os produtos de combustão, também age como um agente espumante para a escória, como descrito no Pedido Publicado Internacional.

[0058] Uma segunda carga de matéria-prima para a produção de aço na forma de uma carga de refugo é suprida para o forno durante um período de dois minutos seguindo o final da primeira fase de "potência ligada" (energização).

[0059] Depois do carregamento da segunda carga de matéria-prima, a potência para o forno e a injeção de oxigênio (ou outro gás contendo oxigênio adequado) são restabelecidos e o forno começa a operar uma segunda fase de "potência ligada" (energização).

[0060] Depois de aproximadamente 3MWh de potência ter sido suprida ao forno depois da segunda carga de matéria-prima, que é tipicamente três minutos da segunda fase de "potência ligada" (energização), fluxos na forma de

cal e magnésia são supridos ao forno para contribuir com a manutenção de um nível necessário de escória no forno.

[0061] Depois de aproximadamente 20 MWh de potência ter sido suprida ao forno desde a primeira carga de matéria-prima, que é tipicamente um período de tempo de mais cinco minutos na segunda fase de "potência ligada" (energização), a mistura de borraça e coque é novamente injetada no forno através da lança e a injeção da mistura continua a uma vazão constante até o final da segunda fase de "potência ligada" (energização) (e injeção de oxigênio). Tipicamente, a segunda fase de "potência ligada" (energização) (e injeção de oxigênio) é conduzida por 24 a 28 minutos.

[0062] Depois que a segunda fase de "potência ligada" (energização) termina, o forno é escoado para descarregar o aço fundido e a escória do forno durante um período de dois minutos.

[0063] No final do escoamento, há um tempo de retorno de dois minutos antes do método ser repetido com uma nova carga de refugo sendo suprida ao forno.

[0064] Com base nos testes nas instalações de forno de arco elétrico do requerente em Sidnei e Melbourne, os resultados alcançados até hoje indicam que a invenção tem potencial para:

- (a) acelerar o processo de formação de escória;
- (b) alcançar uma redução no consumo de eletricidade, significando uma queda nas emissões de gás de efeito estufa se produzidos pelas estações de energia acionadas por carvão;

(c) reduzir o custo total de produção pela redução da quantidade de material de injeção necessário;

(d) melhorar a produtividade do forno por uma redução no tempo de "escoamento-a-escoamento" - uma medida de tempo usada para produzir uma batelada de aço fundido.

[0065] Além disso, o uso de polímeros contendo carbono não aglomerados tem um potencial significativo para ser potencialmente afastado dos aterros.

[0066] As constatações acima são resultados significativos.

[0067] Muitas modificações podem ser feitas na modalidade do método da presente invenção descrito acima sem se distanciar do espírito e do escopo da invenção.

[0068] Por meio de exemplo, embora a modalidade esteja descrita no contexto de produção de aço, a presente invenção não está limitada a isso e se estende à produção de ligas de ferro em geral.

[0069] Adicionalmente, embora a modalidade esteja descrita no contexto de produção de aço em um forno de arco elétrico, a presente invenção não está limitada a isso e se estende à produção de aço e ligas de ferro geralmente em qualquer vaso metalúrgico adequado.

[0070] Além disso, embora a modalidade inclua o uso de um polímero contendo carbono não aglomerado, a presente invenção não está limitada a, e se estende ao uso de polímeros contendo carbono aglomerados.

[0071] Adicionalmente, embora a modalidade inclua o suprimento da mistura de polímero contendo carbono não aglomerado e da outra fonte de carbono pela injeção da mistura através de uma ou mais lanças se estendendo para

dentro do forno, a presente invenção não está limitada a isso e se estende ao suprimento da mistura ao forno utilizando qualquer aparelho adequado.

[0072] Adicionalmente, embora a modalidade inclua períodos de tempo particulares para o carregamento do forno, e para o suprimento de outros materiais ao forno, a presente invenção não está limitada a esses períodos de tempo e se estende a qualquer período de tempo adequado. Adicionalmente, a presente invenção se estende a situações nas quais ocorre o carregamento contínuo de materiais para o forno.

[0073] Adicionalmente, embora a modalidade inclua injeção contínua da mistura de polímero contendo carbono não aglomerado e de outra fonte de carbono em vazões constantes durante parte das fases de "potência ligada" (energização), a presente invenção não está limitada a isso e se estende à injeção periódica e/ou vazões variáveis de injeção durante as fases de "potência ligada" (energização) e, se necessário, durante outras fases de "potência desligada" (não energização) do método.

[0074] Além disso, embora a modalidade inclua o uso de cal e magnésia como agentes formadores de escória, a presente invenção não está limitada a isso e se estende ao uso de quaisquer materiais adequados.

[0075] Adicionalmente, embora a modalidade inclua o suprimento de cal e magnésia durante a primeira e a segunda fases de "potência ligada" (energização), a presente invenção não está limitada a isso e se estende à adição desses e de outros fluxos com o refugo, durante a

fase de "potência ligada" (energização) e depois da fase de "potência ligada" (energização).

[0076] Adicionalmente, embora a modalidade inclua a operação do método com duas fases de "potência ligada" (energização), a presente invenção não está limitada a isso e se estende à operação com um ou qualquer outro número adequado de fases de "potência ligada" (energização).

[0077] Adicionalmente, embora a modalidade descreva o suprimento da mistura de polímero contendo carbono não aglomerado e da outra fonte de carbono, a presente invenção também se estende às modalidades nas quais ocorre o suprimento de apenas um dos componentes em outros momentos no método.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a produção de uma liga de ferro em um forno de arco elétrico compreendendo as etapas de:

(a) fornecer uma carga inicial de uma matéria-prima para a liga de ferro ao forno;

(b) operar em uma fase de "potência ligada" e estabelecer um arco entre um eletrodo ou eletrodos do forno e a carga de matéria-prima sólida e gerar calor no forno e fundir a carga de matéria-prima sólida;

(c) depois de um primeiro período de tempo na fase de "potência ligada", fornecer uma mistura de (i) agente espumante para a escória consistindo em um polímero contendo carbono, selecionado a partir de um ou mais dentre borracha sintética ou natural, polipropileno, poliestireno e polibutadieno estireno, e (ii) outra fonte de carbono consistindo em qualquer um ou mais dentre coque, carvão mineral, carvão vegetal e grafite, para dentro do forno durante pelo menos uma parte da fase de "potência ligada", e o método sendo **caracterizado** por

determinar o tempo para o início do fornecimento da mistura do agente espumante para a escória e da outra fonte de carbono durante a fase de "potência ligada", com base em qualquer um ou mais dentre o consumo de energia do forno, a composição do material fundido no forno e a temperatura de fusão;

depois do tempo de 8 minutos, ou 8 MWh de potência ter sido suprida ao forno, iniciar-se a injeção de uma mistura de um polímero contendo carbono não aglomerado e uma outra fonte de carbono;

o período de injeção da mistura de um polímero contendo carbono não aglomerado e uma outra fonte de carbono é de 4 minutos a uma vazão constante, até o final da primeira fase de "potência ligada";

o polímero contendo carbono compreende de 20 a 60%, em peso, do total da mistura;

o tamanho da fonte contendo carbono deve ser inferior a 6 mm.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender ainda as seguintes etapas:

(d) no final da fase de "potência ligada", conforme definida na reivindicação 1, fornecer uma carga adicional da matéria-prima de liga de ferro ao forno;

(e) operar na segunda fase de "potência ligada" através do restabelecimento do arco;

(f) depois de um primeiro período de tempo na segunda fase de "potência ligada", iniciar a injeção da outra mistura de (i) o agente espumante para a escória e (ii) a outra fonte de carbono para dentro do forno; com o tempo para iniciar o fornecimento da mistura do agente espumante para a escória e da outra fonte de carbono durante a segunda fase de "potência-ligada" sendo baseado em qualquer um ou mais dentre o consumo de energia do forno, a composição do material fundido no forno e a temperatura de fusão; e

(g) no final da segunda fase de "potência ligada", escoar a liga de ferro fundida do forno.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, **caracterizado** pelo fato de

compreender variar a razão entre o agente espumante para a escória e a outra fonte de carbono na mistura desses materiais durante o período ou períodos de tempo de fornecimento da mistura ao forno.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o agente espumante para a escória compreende de 25 a 35% em peso do peso total da mistura.

5. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o agente espumante para a escória e a outra fonte de carbono fornecida ao forno durante a primeira fase de "potência ligada" é igual à mistura fornecida durante a segunda fase de "potência ligada".

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de compreender injetar um gás contendo oxigênio, tal como oxigênio, no forno durante a fase ou fases de "potência ligada".

