



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

(11) PI 1006768-0 B1



(22) Data do Depósito: 10/03/2010

(45) Data de Concessão: 12/01/2021

(54) Título: INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO, MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE AÇO EM UMA INSTALAÇÃO E MÉTODO DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA OBTIDA POR MEIO DE UM DISPOSITIVO DE GERAÇÃO DE ENERGIA

(51) Int.Cl.: F27B 3/08; F27B 3/18; F27B 3/26; F27D 17/00; C21C 5/52.

(30) Prioridade Unionista: 18/03/2009 DE 102009001646.5; 18/09/2009 DE 102009029617.4.

(73) Titular(es): RAFIC BOULOS DAOU.

(72) Inventor(es): RAFIC BOULOS DAOU.

(86) Pedido PCT: PCT IB2010051022 de 10/03/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/106466 de 23/09/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/09/2011

(57) Resumo: INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO, MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE AÇO ININTERRUPTO OU PELO MENOS CÍCLICO EM UMA, INSTALAÇÃO E MÉTODO DE UTILIZAÇÃO. A presente invenção refere-se uma instalação para produção de aço (1) e a um método de fabricação de aço ininterrupto ou pelo menos cíclico na dita instalação (1), em que no caso de fabricação de aço ininterrupta pelo menos as primeiras três das seguintes etapas e, no caso de fabricação de aço cíclica, todas as cinco etapas serão utilizadas: - os materiais de carga são fundidos ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente em um forno a arco elétrico (10); os materiais de carga tais como pedaços de sucata de ferro retalhados (71) em particular, retalhados em um sistema de retalhamento (40) para retalhar a sucata de ferro e/ou aço . descartada (sucata 70). Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI) são alimentados ininterruptamente ou pelo menos continuamente durante um ciclo do processo de fusão no forno a arco elétrico (10) por meio de condução (50, 51); uma parte do aço líquido é descarregada ininterruptamente ou ciclicamente do banho de aço do forno a arco elétrico (10); da energia térmica incluída na exaustão-processo a quente (topo 20 do forno) do forno a arco elétrico (10), a energia elétrica (...).

INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO, MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE AÇO EM UMA INSTALAÇÃO E MÉTODO DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA OBTIDA POR MEIO DE UM DISPOSITIVO DE GERAÇÃO DE ENERGIA

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

CAMPO DA INVENÇÃO:

[001] A presente invenção refere-se a uma instalação para produção de aço e a um método de fabricação de aço ininterrupto ou pelo menos cíclico na dita instalação, e pelo menos compreende um forno a arco elétrico (EAF) para fundir ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente materiais de carga como pedaços de sucata de ferro retalhados em particular. A presente invenção também se refere a um método de fabricação de aço e a um método que utiliza energia elétrica.

ESTADO DA TÉCNICA:

[002] O aço, por um lado, pode ser feito a partir de minério de ferro e ferro gusa através da rota de alto-forno e conversor. No entanto, com respeito à eficiência de energia, por outro lado é mais vantajoso produzir o aço principalmente ao fundir pedaços de sucata de ferro no forno a arco elétrico, que é ainda o material de carga mais utilizado em todo o mundo para fornos a arco elétrico.

Fabricação de aço no forno a arco elétrico (EAF):

[003] No processo de forno a arco elétrico comum, a energia elétrica e química é utilizada ciclicamente para fundir o material de carga. Durante este processo, uma parte enorme da energia total é transformada em energia térmica que envolve a fusão do material introduzido. O calor acima do arco elétrico, que queima entre o eletrodo e o material de carga, é transferido ao material de carga principalmente pela radiação.

[004] Tal como em cada processo de fusão, uma massa óxida é produzida neste processo, a escória, que, devido ao seu peso específico mais baixo, flutua em cima do aço fundido e à qual são transferidos os elementos secundários indesejados

separados do material fundido.

[005] Um processo de fusão cíclica hoje em dia leva normalmente entre 30 e 60 minutos (dependendo do transformador e do material de carga). Depois do processo de fusão, segue o chamado vazamento, que significa que o aço líquido é vazado em uma caldeira de aço e no curso da metalurgia secundária é refinado e vazado sem mais adições de liga de acordo com as demandas de clientes. O tempo entre dois vazamentos de aço é a seguir definido como ciclo de um processo de fusão.

[006] Para o grau de pureza do aço e a sua qualidade de vazamento é importante que, durante o vazamento na caldeira, que pouca escória quanto possível ou nenhuma escória flua junto com o mesmo. A fim de evitar isso, a prática comum até a presente data, no início e antes do vazamento do aço fluente, consistia em descarregar a escória fora do forno em uma cubeta de escória e em vazar o aço fundido separadamente da mesma na caldeira.

[007] Fornos a arco elétrico mais velhos são projetados para prover, para a descarga separada da escória e do aço, duas aberturas arranjadas na parede do forno em lados opostos e em níveis diferentes, em que as aberturas podem geralmente ser fechadas e controladas por meio de um sistema de tampão ou de uma maneira mais moderna por meio de um sistema de corrediça. Para a finalidade de uma descarga confiavelmente separada da escória e do aço, o forno completo foi pivotado até a abertura respectiva para a descarga, que significa, no início para uma posição sem escória entre 10° e 15° para a abertura de descarga da escória arranjada em um nível mais elevado e então, até uma posição de vazamento de aproximadamente 45° para a abertura de vazamento aço arranjada em um nível mais baixo.

[008] A fim de tornar possível reduzir pelo menos parcialmente ou simplificar a demanda de mecanismos de pivô para

o forno, foi sugerido reposicionar a abertura de vazamento de aço da parede lateral do forno ao fundo do forno. Tal como em todos os casos de fluxo de entrada e fluxo de saída abaixo de uma superfície líquida, podem ocorrer vórtices que, devido ao seu movimento descendente circular ou espiralado, podem ter o efeito indesejado de arrastar pedaços de escória.

[009] Para evitar isto, sabe-se geralmente que um determinado resto de escória e/ou um determinado depósito de aço, permanece como quantidade mínima (aproximadamente 15% do volume do forno) no forno, quantidade essa que ao mesmo tempo conduz à continuação imperturbada da redução de fusão ciclicamente seguinte.

[0010] Desde então, transformou-se em uma característica comum de fornos a arco elétrico modernos, em que a abertura de vazamento de aço é arranjada no fundo do forno entre o centro do forno e a parede do forno. O chamado vazamento de fundo excêntrico (EBT) tem o efeito que o forno precisa agora ser inclinado apenas alguns graus (até no máximo 15° graus), o que significa, no início, para a descarga da escória, para a abertura da descarga da escória ainda arranjada na parede do forno, e então, para o vazamento do aço líquido, para a abertura de alça aço arranjada excentricamente no fundo do forno. Isto implica vantagens no que diz respeito ao volume e à refrigeração do forno. Além disso, o problema da escória acompanhando é reduzido por este tipo de vazamento de aço.

[0011] Se - o que é geralmente o caso com os fornos a arco elétrico modernos - durante o processo de fusão, especialmente por meio das chamadas lanças de refino, houver oxigênio adicionado ("refino") e carbono, na superfície da maioria dos tipos de aço emerge uma espuma da escória, que consiste principalmente em gases encerrados.

[0012] Até mesmo as escórias em espuma podem ser reduzidas de maneira clássica. No entanto, constitui uma prática

muito comum o arranjo da abertura de descarga da escória em um nível de altura relacionado ao banho de fusão que é definido ou definível por um sistema de corredeira, de uma maneira tal que um excesso de escória em espuma pode ser drenado de acordo com o princípio de transbordamento, desse modo após ter excedido um limite da capacidade, assim que o banho de fusão tiver alcançado um determinado nível, por meio do que as rupturas causadas pela redução da escória durante o processo de fusão são evitadas vantajosamente, em cujo final o vazamento de aço clássico através de EBT ocorre outra vez.

[0013] Com a finalidade de alcançar uma produtividade tão elevada quanto possível para o forno a arco elétrico, até o presente sempre foi tentado derreter tão rapidamente quanto possível, adicionar tanta energia elétrica quanto possível durante o período de fusão inteiro e fazer rupturas ou intervalos intermediários sem suprimento de energia tão curtos quanto possível. Isto ocorre porque quanto mais curto o intervalo entre dois processos de vazamento, mais flexível é a siderúrgica no que diz respeito à sua estrutura de produção. Contribuindo para isso, entre outras coisas, também estão os eletrodos de 800 mm que foram colocados no mercado há alguns anos, que permitem intensidades mais elevadas de corrente e vazamentos mais rápidos. Desse modo, em fornos a arco elétrico modernos, um arco elétrico com uma intensidade de até 140.000 ampères produz até 200 toneladas de massa em fusão de sucata de aço. No forno a arco elétrico há temperaturas de até 3.500°C e no banho de aço de até 1.800°C.

[0014] Os períodos de redução da escória e vazamento até o presente conduzem, no entanto, a rupturas cíclicas no suprimento de eletricidade, materiais de carga e aditivos tais como materiais sólidos de grãos finos e, portanto, causam a corrida-processo descontínuo típico de um forno a arco elétrico.

Alimentação de fornos a arco elétrico (EAF):

[0015] A sucata de ferro, como um material bruto recuperado, está disponível em muitas formas e configurações diferentes. De acordo com as suas propriedades e às demandas do processo de fusão e as qualidades de aço desejadas, os resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata) é submetida a medidas diferentes de preparação. O preço da sucata de ferro está mudando normalmente não somente devido à situação de mercado, mas também devido às propriedades físicas e químicas finais da sucata de ferro.

[0016] Na fabricação de aço, o material de carga é selecionado de acordo com o produto final que deve ser produzido. Para classes de aço simples normalmente é utilizada a sucata de ferro mais barata. Esta sucata de ferro é geralmente preparada do descarte de resíduos de ferro e/ou aço (sucata). A densidade desta sucata de ferro é normalmente de menos de 0,4 kg/dm³. Três a quatro cestos de sucata são normalmente necessários para carregar a carcaça do forno de um forno a arco elétrico comum. Quando, tal como é necessário para isto, o teto da fornalha é aberto ao articular para carregar a carcaça do forno, perdas de energia entre 15 a 20 kWh/t de aço devem ser esperadas. A interrupção do processo de fusão normalmente por quatro a sete ou mais minutos para cada vazamento de escória e aço mais a carga com cestas de sucata reduz a produtividade e aumenta o consumo de eletrodo devido à oxidação adicional dos eletrodos.

[0017] Para aumentar a densidade do material de carga é bem conhecida a compressão da sucata de ferro. Após ter comprimido a sucata de ferro em feixes, a densidade é aumentada e conseqüentemente menos cestas de sucata têm que ser carregadas. No entanto, o processo de fusão tem ainda que ser interrompido para carregar.

[0018] No entanto, é somente a carga inicial de

sucata de ferro, conforme as circunstâncias, com Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI) e formadores de escória no forno a arco elétrico, que cria as condições para fundir esses materiais da carga e formar um banho de metal fundido, que é coberto pela escória fundida.

[0019] O documento WO 00/50648 A1, por exemplo, descreve um método e aparelho para fundição de aço. O aparelho tem um transportador de correia secundária de comprimento variável para a introdução de materiais de carga diminutos, um carrinho de carregamento com auto-posicionamento com saia que engata no transportador secundário, um transportador de carga para receber material de carga com meios para manter uma altura homogênea de leito de sucata que é acoplado ao carrinho de auto-posicionamento, um selo de gás dinâmico acoplado ao transportador de carga e um pré-aquecedor, o pré-aquecedor se comunicando com o transportador de carga para pré-aquecer o material de carga no transportador de carga, um carro de conexão para alimentar materiais de carga em um banho de forno que é acoplado de forma removível ao pré-aquecedor e ao transportador de carga, um forno elétrico a arco para refinar a carga no mesmo, um recipiente metalúrgico intermediário que recebe o metal fundido descarregado do forno e um dispositivo de vazamento contínuo que recebe aço de liga refinada diretamente do recipiente metalúrgico intermediário.

Recuperação de calor e energia (de maneira geral):

[0020] A possível poluição do ar por substâncias gasosas e contendo poeira é considerada como o problema ambiental mais essencial implicado na fabricação de aço a partir de matérias-primas primárias (principalmente os minérios ou as pelotas obtidas a partir de minérios). Os processos metalúrgicos são fontes potenciais para a emissão de poeira e metais dos fornos, conversores, e do transporte de metais fundidos.

[0021] Além disso, o consumo de energia e a

recuperação de calor e energia são aspectos importantes da produção de metais ferrosos e aço. Eles dependem do uso eficiente da energia incluída nos minérios e misturas, da demanda de energia dos níveis do processo, do tipo de energia que é utilizada e do método de suprimento de energia, assim como do uso de métodos eficientes para a recuperação de calor.

[0022] Desse modo, para a rota de forno e conversor foi sugerido (consultar GB 958731 A = CH 415 709 B), alimentar direta ou indiretamente através de um dispositivo de produção de vapor, uma turbina com exaustão do processo, em que a turbina alimenta um gerador, cuja energia é utilizada para energizar turbo-sopradores ou regeneradores do alto-forno.

[0023] Em outra parte foi sugerido o uso da energia gerada em particular indiretamente através de um dispositivo de produção de vapor da exaustão do processo de um forno giratório para a pré-secagem de lignita (consultar GB 1241715 A = DE 19 27 558 A1), para produzir oxigênio, para alimentar a rede de energia ou para energizar os chamados fornos de arco submersos (consultar US 4.551.172 A = EP 0 139 310 A1), no entanto, os fornos de arco submersos não são utilizados para a produção de aço, mas para a redução da escória a fim de recuperar componentes metálicos.

[0024] Finalmente, o chamado processo Consteel®, como resumido em Vallomy JA: "Retrofitting do processo Consteel® no Ori Martin SPA de Brescia" na Revue de Métallurgie - Cahiers d'Informations Techniques, Revue de Métallurgie, Paris, FR, vol. . 97, n. 4, 1 de abril de 2000 (2000-04-01), páginas 515-525, e resumidas em Vallomy JA et al: "O processo Consteel®: um pré-aquecedor de escarpa integral para o EAF" em Steel times, Fuel & Metallurgical Journals Ltd. London, GB, volume 221, nº 5, 1º de maio de 1993 (01/05/1993), página 221, 223; o referido processo utiliza o calor sensível e químico do forno elétrico a arco para pré-aquecer uma alimentação contínua de carga.

Recuperação de calor e energia (por EAF):

[0025] Durante a produção do aço a partir de matérias-primas secundárias tais como sucata de ferro no forno a arco elétrico, substâncias gasosas e contendo poeira também são emitidas; e os problemas ambientais mais essenciais também estão relacionados desse modo às emissões.

[0026] Entre os métodos para a recuperação de calor da exaustão do processo a quente (topo do forno) de um forno a arco elétrico, é particularmente bem conhecido o uso da exaustão para a secagem e pré-aquecimento das cargas (consultar, por exemplo, US 3.565.407 A = DE 18 04 098 A1, bem como US 5.153.894 A = EP 0 385 434 B1; e além disso US 4.543.124 A ou EP 0 219 824 A). Não houve, no entanto, nenhum uso adicional deste calor até o presente. Portanto, usinas e filtros eficientes para a remoção de poeira são necessários.

Recuperação de energia elétrica (por EAF):

[0027] Uma recuperação da energia elétrica antes ou depois da limpeza da exaustão do processo (topo do forno) também é possível na maioria dos casos de fornos a arco elétrico, mas a situação local é muito importantes, tal como, por exemplo, se o forno a arco elétrico for operado em mini-usinas (usinas compactas) e fundições e não houver nenhuma possibilidade de usar a energia recuperada a não ser alimentar a mesma na rede de energia nacional, que já está sujeita ao perigo de perturbações indesejadas do sistema resultantes da queima irregular habitualmente determinada de um arco elétrico. Portanto, há sempre grandes demandas para o suprimento de energia de um forno a arco elétrico.

[0028] Uma vez que os fornos a arco elétrico, no entanto, funcionaram até o presente como processo descontínuo de alimentação, o que significa que eles são alimentados ciclicamente com bateladas de materiais de aplicação tais como pedaços de sucata de ferro, Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou

Ferro Briquette Quente (HBI) comprimido, a temperatura de exaustão do processo para por mudanças cíclicas. Para compensar isto, no contexto de um estudo de um caso de PESQUISA DE EMISSÕES NULAS NA ÁUSTRIA (ZERIA), uma iniciativa em nome do Federal Ministry of Transport, Innovation and Technology (BMVIT) e dw WIFI da Áustria (consultar <http://zeria.tugraz.at/index.php3?lang=de&sel=09Fallstudien/01Marienhütte>), é sugerido para a siderúrgica "Marienhütte" controlar a temperatura de exaustão por meio de um queimador de gás adicional. Para isto, meio complexos de medição e controle têm que ser providos. Além disso, o uso de queimadores de gás para a estabilização da temperatura de exaustão tem a desvantagem do uso adicional de energias primárias e os custos aí implicados.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

[0029] Nesta base, a presente invenção é baseada na tarefa de prover, com respeito à produtividade em comparação ao estado da técnica, de uma instalação aperfeiçoada para a produção de aço que compreende um forno a arco elétrico. Desse modo, tal forno a arco elétrico da instalação para produção de aço deve queimar mais uniformemente e deve poder ser energizado sem utilizar queimadores de gás adicionais e deve ter temperaturas de exaustão que sejam estáveis por pelo menos longos períodos do ciclo de um processo de fusão e, portanto, mais econômicos, assim como eles pode ser operados mais livres das perturbações do sistema para a rede de energia local. No entanto, particularmente, o objetivo é a melhora da produtividade de uma instalação para produção de aço de maneira tal que os intervalos cíclicos de interrupção sejam evitados.

[0030] Esta tarefa é concretizada por uma instalação para produção de aço com as características das

reivindicações independentes 1 e/ou 7 da patente. As construções vantajosas e outros desenvolvimentos, que podem ser aplicados separadamente ou em combinação de uns com os outros, são determinados nas reivindicações anexas.

[0031] Com os objetivos acima e outros ainda em vista, é provida, de acordo com a invenção e de acordo com a reivindicação 1, uma instalação para produção de aço, que compreende pelo menos

- um forno a arco elétrico para fundir pelo menos ciclicamente materiais de carga tais como pedaços de sucata de ferro retalhados;

- um meio de geração de energia pelo menos cíclica durante a fusão da energia térmica incluída na exaustão do processo a quente (topo do forno) do forno a arco elétrico; e

- um meio de condução, por meio do qual, durante um ciclo do processo de fusão, o forno a arco elétrico é continuamente alimentado pelo menos com os pedaços de sucata de ferro retalhados pelo sistema de retalhamento;

O qual é caracterizado por:

- o sistema de retalhamento, o qual
 - é designado ao forno a arco elétrico para retalhar os resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata),
 - e que é impelido por um motor elétrico, em que o motor elétrico é energizado durante um ciclo do processo de fusão pela energia elétrica recuperada pelo meio de geração de energia.

[0032] No que diz respeito ao forno a arco elétrico, é designado um sistema de retalhamento para retalhar os resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata), é possível pela primeira vez alimentar os pedaços de sucata de ferro retalhados no sistema de retalhamento folgadoamente a granel, desse modo sem ter que ser comprimidos anteriormente,

e continuamente pelo menos durante um ciclo do processo de fusão, ao forno a arco elétrico.

[0033] Com a alimentação contínua do forno a arco elétrico sem pressão, pedaços de sucata de ferro retalhados livremente na caldeira, o arco elétrico pode queimar muito mais estavelmente durante um ciclo do processo de fusão do que no caso usual da alimentação descontínua de um forno a arco elétrico com sucata de ferro, etc., e isto tem a vantagem que as perturbações indesejadas do sistema são evitadas. Além disso, pelo menos durante um ciclo do processo de fusão surge continuamente uma exaustão do processo (topo do forno) de caráter e qualidade quase idênticos, que satisfaz a finalidade visada de geração de energia contínua pelo menos até uma extensão que seja necessária pelo menos durante um ciclo do processo de fusão para energizar um sistema de retalhamento designado ao forno a arco elétrico. Uma vez que os queimadores de gás para a regulação da exaustão do processo e uma fonte de alimentação externa para o sistema de retalhamento não são mais utilizados, a instalação para produção de aço de acordo com a invenção opera em um nível, de um ponto de vista econômico, sem precedentes no que diz respeito ao equilíbrio de energia. Desse modo, pela queima mais estável de arcos elétricos, a produtividade do forno a arco elétrico pode ser aumentada em mais de 19%, e custos de energia de aproximadamente 14% podem ser economizados, em que ao mesmo tempo as emissões na atmosfera são reduzidas drasticamente.

[0034] Devido ao fato que o forno a arco elétrico, pelo menos durante um ciclo do processo de fusão, é alimentado continuamente com pedaços de sucata de ferro retalhados e, conforme as circunstâncias, outros materiais de carga, ele pode, em uma realização preferida da invenção de acordo com a reivindicação 2, ser composto de uma carcaça do

forno feita de material refratário e/ou compreender elementos de refrigeração a água e um teto da fornalha sempre fechado durante a alimentação contínua com pedaços de sucata de ferro, em que em uma parede da carcaça do forno e/ou no teto da fornalha é arranjada uma abertura de alimentação, a qual permite alimentar continuamente o forno a arco elétrico com os pedaços de sucata de ferro retalhados pelo sistema retalhador, sem ter que abrir o teto da fornalha para isto, uma vez que era usual até o presente somente para aditivos tais como coque, cal e pedra calcária e prática normal em tais usinas de aço que trabalham unicamente com Ferro Reduzido Direto (DRI) ou Ferro briquette Quente (HBI), e que evita não somente o tempo de alimentação longo mas também grandes perdas de calor, ao contrário dos fornos de arco elétrico conhecidos que têm que ser carregados com cestas de sucata através de um teto de forno aberto.

[0035] No estado da técnica, o processo de carregar pedaços de sucata de ferro com cestas de sucata tem que ser repetido diversas vezes, dependendo do material a ser utilizado (entrada metálica requerida). Para cada ciclo de carga, a energia elétrica tem que ser interrompida, os eletrodos levantados e o teto da fornalha desarticulado. Um tempo de carga de quatro a sete minutos é normalmente programado para os fornos de arco elétrico modernos.

[0036] Foi provado que a eliminação dessas interrupções para recarga irá resultar não somente em um tempo de aquecimento mais curto, mas também em um consumo de energia reduzido por tonelada de aço produzida, uma vez que, com a abertura do teto da fornalha, uma quantidade considerável de calor precioso é perdida do forno a arco elétrico devido à radiação e à convecção.

[0037] Após a carga, as perdas de calor devem outra vez ser adicionadas pela energia elétrica,

particularmente ao utilizar a sucata de ferro leve ou não-comprimida, uma vez que o número de cestas de sucata a serem carregadas irá aumentar.

[0038] Um outro efeito negativo durante a carga de sucata através de cestas de sucata é a emissão elevada de poeira e fumaça no meio ambiente enquanto o teto da fornalha é desarticulado.

[0039] Ao contrário disto, após a eliminação da alimentação com cestas, o teto da fornalha nunca tem que ser desarticulado durante a operação de modo que, vantajosamente, não são causadas quaisquer perdas de tempo nem de energia pela radiação de calor. A necessidade de desarticular o teto da fornalha é, portanto, provida apenas para finalidades de reparo.

[0040] Para isto, no entanto, não há nenhuma necessidade de um dispositivo elevador de céu complexo, que pode ser inteiramente eliminado, uma vez que o céu pode ser levantado pela ponte rolante sempre que for requerido para a finalidade de reparo ou troca.

[0041] O forno a arco elétrico pode - tal como é comum de acordo com o estado da técnica - compreender uma carcaça do forno dimensionada de uma maneira tal que no seu interior haja espaço suficiente para a quantidade máxima de pedaços de sucata de ferro retalhados na forma não-fundida que podem ser fundidos no curso de um ciclo de um processo de fusão, de modo que, vantajosamente, os fornos de arco elétrico mesmo já existentes possam fazer parte de uma instalação para produção de aço de acordo com a invenção.

[0042] No que diz respeito a um forno a arco elétrico que será recém-construído, de acordo com a reivindicação 3 da presente invenção é preferível que o forno a arco elétrico compreenda uma carcaça do forno dimensionada de uma maneira tal que haja espaço suficiente para 90%, para

80% ou para 70% da quantidade máxima de pedaços de sucata de ferro retalhados na forma não fundida que são fundidos no curso de um ciclo de um processo de fusão.

[0043] Devido ao fato que durante um ciclo do processo de fusão o forno a arco elétrico é alimentado continuamente com pedaços de sucata de ferro retalhados e, conforme as circunstâncias, com outros materiais de carga, a carcaça do forno, em uma realização preferida da invenção, pode algumas vezes ser dimensionada significativamente menor do que no caso da alimentação descontínua tal como de acordo com o estado da técnica.

[0044] Quanto menor o dimensionamento de uma carcaça do forno, menos ele precisa ser refrigerado.

[0045] Portanto, e uma vez que o arco elétrico pode queimar muito mais estavelmente devido à alimentação contínua dos materiais de carga, é possível construir carcaças de forno que são feitas unicamente de material refratário e não necessitam absolutamente de elementos de refrigeração de parede.

[0046] A possibilidade de substituir os painéis refrigerados a água pelo material refratário reduz significativamente a extensão da usina de tratamento de água (WTP) e acarreta economias adicionais de energia elétrica de aproximadamente 5%, que é de interesse particular aos países onde a água é escassa e cara.

[0047] De acordo com uma característica adicional da invenção de acordo com a reivindicação 4, o forno a arco elétrico compreende preferivelmente um meio para criar escória em espuma em uma quantidade tal que os arcos sejam pelo menos abafados parcialmente pela camada de escória em espuma.

[0048] Os arcos elétricos expostos causam um desgaste aumentado dos eletrodos e um aquecimento indesejado

das paredes do forno. Outras conseqüências são uma economia de energia reduzida, tempos de processamento mais longos e, portanto, uma produtividade reduzida. A fim de abafar o arco elétrico, é gerada uma escória em espuma que pode ser controlada em sua altura ao adicionar especificamente finos de carvão e oxigênio. A alimentação destes agentes formadores de espuma é executada manual ou automaticamente de acordo com um diagrama predefinido de controle pelo sopro descontínuo na camada limítrofe existente entre a camada de escória e o metal fundido e/ou nas zonas da camada de escória e/ou do metal fundido que são adjacentes à camada limítrofe.

[0049] No passado era difícil carregar material leve tais como pedaços de sucata de ferro retalhados com um comprimento preferido em qualquer direção no espaço, por exemplo, de no máximo 30 cm no banho de aço através da escória, particularmente porque a escória era demasiadamente dura e o material tinha que ser carregado entre os eletrodos. Atualmente, com a prática da escória em espuma, que sopra mais carbono e oxigênio no aço líquido, a fim de formar espuma na escória, este problema foi resolvido.

[0050] Mesmo o próprio processo de escória em espuma nomeado segundo o tipo de escória tem muitas vantagens: a quantidade necessária de energia é reduzida em no máximo 5% devido ao envoltório térmico da escória em espuma, a formação do arco elétrico é suportada, a abrasão dos eletrodos e do material à prova de fogo da carcaça do forno é diminuída, os períodos de vazamento são encurtados e a aplicação de elementos de aliagem, tal como o cromo em particular, é melhorada.

[0051] De acordo com uma característica adicional da presente invenção de acordo com a reivindicação 5, o forno a arco elétrico compreende uma abertura de descarga de escória arranjada na parede do forno da carcaça

do forno, de uma maneira tal que fica localizada a um nível da altura que é definido ou definível, com relação ao banho de fusão, por um sistema de corrediça ou de tampão, de maneira tal que um excesso da escória em espuma pode ser drenado de acordo com o princípio de transbordamento, assim que o banho de fusão tiver alcançado um determinado nível, por meio do que as rupturas causadas pela remoção de escória durante o processo de fusão são evitadas vantajosamente.

[0052] Um forno a arco elétrico de acordo com a presente invenção pode ser preferivelmente construído de maneira tal que um vazamento de aço segue depois de cada ciclo de um processo de fusão, de modo que, vantajosamente, os fornos a arco elétrico mesmo já existentes podem fazer parte de uma instalação para produção de aço de acordo com a invenção.

[0053] Com os objetivos acima e outros ainda em vista, no entanto, de acordo com a invenção e de acordo com a reivindicação 6, é provida uma instalação para produção de aço, que, sendo baseado em instalações para produção de aço bem conhecidas, é caracterizada por uma abertura de vazamento de aço arranjada em ou perto do fundo do forno. Uma vez que o forno a arco elétrico compreende uma abertura de vazamento de aço que permite uma descarga de aço ininterrupta, pode haver, em combinação com uma alimentação ininterrupta de materiais de carga ao forno a arco elétrico, induzido e sustentado um processo de fusão ininterrupto. No que diz respeito ao forno a arco elétrico ser designado com uma instalação retalhadora, é preferível que o meio para a geração de energia durante o processo de fusão seja proveniente da energia térmica implicada na exaustão do processo a quente (topo do forno) do forno a arco elétrico, por meio do que o sistema de retalhamento pode ser impelido.

[0054] Ao descarregar ininterruptamente uma

parte do aço do banho de aço e ao alimentar ininterruptamente o forno a arco elétrico com materiais de carga folgadoamente a granel tais como pedaços de sucata de ferro retalhados não-comprimidos, Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI), o arco elétrico pode queimar mais ou menos sempre constantemente durante o processo de fusão contínuo.

[0055] As interrupções tal como no caso usual de alimentação descontínua de um forno a arco elétrico com sucata de ferro, etc., e vazamentos cíclicos são evitados completamente, por meio do que, vantajosamente, as perturbações indesejadas do sistema são eliminadas.

[0056] Além disso, surge ininterruptamente uma exaustão do processo (topo do forno) de caráter e qualidade consistentes, o que permite uma geração de energia ininterrupta até uma extensão tal que não tem precedentes até o presente para instalações de produção de aço.

[0057] Uma vez que os queimadores de gás para a regulagem da exaustão do processo e uma fonte de alimentação externa para um sistema de retalhamento não são mais utilizados, a instalação para produção de aço de acordo com a invenção opera finalmente em um nível, de um ponto de vista econômico, sem precedentes até o presente no que diz respeito ao equilíbrio de energia. Desse modo, pela queimadura ininterrupta de arcos elétricos, a produtividade do forno a arco elétrico pode ser aumentada em mais de 26%, e os custos de energia podem ser reduzidos em aproximadamente 23%, em que ao mesmo tempo as emissões na atmosfera são reduzidas drasticamente.

[0058] Em uma outra realização preferida da invenção de acordo com a reivindicação 8, a parte do aço líquido será descarregada do banho de aço em uma caldeira de aço, a qual é equipada em sua borda com um bico, que se sobrepõe à borda de uma caldeira de aço vizinha, para

garantir uma troca livre de problemas da caldeira sob a corrente de aço contínua.

[0059] De acordo com uma característica adicional da invenção de acordo com a reivindicação 8, a instalação para produção de aço compreende vantajosamente um sistema de controle do processo baseado em computador, que torna possível dirigir taxas de alimentação irrestritamente definíveis, de uma maneira tal que os materiais carregados ficam balanceados com a energia de fusão necessária, o que permite vantajosamente a produção de tipos de aço diferentes.

[0060] Desse modo, cada material requer uma certa energia, denominada entalpia, para derreter. Com técnicas modernas de computador na "automação" do nível de atividade e no "controle do processo" do nível de atividade, é possível desenvolver um perfil de fusão para cenários diferentes de carga de forno. Os cenários baseados em computador podem selecionar especialmente a carga unicamente contínua de pedaços de sucata de ferro retalhados até a alimentação contínua de materiais de carga mistos de sucata de ferro, DRI e/ou HBI. Em todo o caso, o teto da fornalha nunca será aberto durante o processo, com redução significativa de grandes perdas de energia e emissões na atmosfera. A taxa de alimentação será selecionada de acordo com a entrada de energia que é controlada pela taxa de alimentação específica. A temperatura predita, calculada através do "controle processo" do nível de atividade, estará nessa faixa que oferece as melhores condições para a prática de escória em espuma. O perfil de fusão é desenvolvido de uma maneira tal que no caso de um forno a arco elétrico ciclicamente operado a carga é interrompida quando a temperatura de vazamento é alcançada. Neste caso não é mais requerido tempo de refino.

[0061] Há também a possibilidade de alimentar ao

mesmo tempo materiais de carga diferentes, por exemplo, Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI) comprimido, de uma outra tremonha. Este material tem uma entalpia diferente e requer, portanto, uma taxa de alimentação diferente. No entanto, através do "controle processo" do nível de atividade cada mudança dentro da mistura de alimentação pode ser calculada e controlada.

[0062] Não somente neste contexto foi comprovado, de acordo com uma característica adicional da invenção de acordo com a reivindicação 9, que é vantajoso detectar a taxa de alimentação real de pedaços de sucata de ferro, para designar pelo menos um dispositivo de pesagem ao meio de condução.

[0063] Do mesmo modo foi comprovado, de acordo com uma característica adicional da invenção de acordo com a reivindicação 10, que é vantajoso, a fim de evitar interrupções do processo de fusão, designar ao meio de condução um aparelho de segregação com ou sem métodos ópticos ou meios de câmeras de monitoramento, que detecte e segregue, os pedaços de sucata de ferro que excedem dimensões predefinidas.

[0064] De acordo com uma característica adicional da invenção de acordo com a reivindicação 11, a própria energia elétrica gerada para energizar o sistema de retalhamento pode ser obtida direta ou indiretamente ou por uma caldeira de recuperação, a partir da energia térmica contida na exaustão do processo a quente do forno a arco elétrico.

[0065] Dentro do contexto da presente invenção de acordo com a reivindicação 12, um forno a arco elétrico convencional de corrente alternada (C.A.) ou também um forno a arco elétrico de corrente contínua (C.C.) pode ser utilizado.

[0066] A presente invenção também se refere, de acordo com a reivindicação 13, a um método de fabricação de aço em uma instalação de acordo com uma das reivindicações precedentes, em que:

- os materiais de carga são fundidos ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente em um forno a arco elétrico;

- os materiais de carga tais como pedaços de sucata de ferro retalhados em particular retalhados em um sistema de retalhamento para retalhar resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata), Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro briquette Quente (HBI) são alimentados ininterruptamente ou pelo menos continuamente durante um ciclo do processo de fusão no forno a arco elétrico por um meio de condução;

- uma parte do aço líquido é descarregada ininterrupta ou ciclicamente do banho de aço do forno a arco elétrico; e em que

- da energia térmica incluída na exaustão do processo a quente (topo do forno) do forno a arco elétrico, a energia elétrica, por meio da geração de energia, é gerada ininterruptamente ou pelo menos durante um ciclo do processo de fusão;

[0067] e o qual é caracterizado por

- um sistema de retalhamento;

- o qual é designado ao forno a arco elétrico para retalhar resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata)

- e o qual é alimentado durante um ciclo do processo de fusão pela energia elétrica gerada da exaustão do processo (topo do forno).

[0068] Com o exposto e outros objetos em vista, no entanto, é fornecido, de acordo com a invenção, de acordo com a reivindicação 14, um método em que o forno a arco elétrico é feito para materiais de carga de fusão

ininterrupta compreendendo peças de sucata de ferro trituradas, Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI), e que é caracterizado por uma parte do aço líquido ser descarregada ininterruptamente do banho de aço do forno a arco elétrico por uma abertura de vazamento de aço arranjada em ou perto do fundo do forno, e os materiais de carga serem carregados ininterruptamente através dos dispositivos de condução ao forno a arco elétrico.

[0069] Os possíveis materiais de carga podem ser, em particular, pedaços de sucata de ferro retalhados, Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente Prensado (HBI). As peças de sucata retalhadas podem, preferencialmente de acordo com a invenção, provir de um sistema de retalhamento designado ao forno de arco elétrico para retalhar sucata de ferro e/ou de aço descartada (sucata); ou alternativamente ou cumulativamente elas já são entregues ao forno a arco elétrico em tal forma pré-processada.

[0070] Por último, porém não menos importante, a presente invenção relaciona-se com a reivindicação 15 a um método de utilizar a energia elétrica obtida por meio de dispositivos de geração de energia a partir da energia térmica incluída na exaustão do processo a quente de um forno a arco elétrico que funde ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente materiais de carga tais como pedaços de sucata de ferro retalhados em particular, para energizar um sistema de retalhamento ininterruptamente ou pelo menos durante o ciclo de um processo de fusão que, unido ao forno a arco elétrico, retalhos resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata) em uma instalação para produção de aço tal como descrito anteriormente ou a seguir.

[0071] A construção da invenção, no entanto, juntamente com objetivos adicionais e vantagens

correspondentes, será melhor compreendida a partir da seguinte descrição das realizações específicas e com relação aos desenhos anexos.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0072] A Figura 1 mostra de maneira exemplificadora uma realização possível do meio para a geração de eletricidade da exaustão do processo a quente (topo do forno) de um forno a arco elétrico, para acionar um sistema de retalhamento unido ao dito forno a arco elétrico (EAF);

[0073] a Figura 2 mostra de maneira exemplificadora o meio de condução, que, ininterruptamente ou pelo menos continuamente durante o ciclo de um processo de fusão, transporta, por exemplo, pedaços de sucata de ferro, retalhados em um sistema de retalhamento, ao forno a arco elétrico;

[0074] a Figura 3 mostra o fluxo do processo de uma primeira instalação para produção de aço de acordo com a reivindicação 1 da invenção com processos de fusão cíclicos, desse modo com intervalos de fusão e vazamento alternados;

[0075] a Figura 4 mostra o fluxo do processo de uma segunda instalação para produção de aço de acordo com a reivindicação 7 juntamente com um processo de fusão ininterrupto e um processo de vazamento ininterrupto que é executado simultaneamente com o mesmo;

[0076] a Figura 5 mostra dentro de um diagrama da produtividade de um forno a arco elétrico de acordo com a invenção dependendo da entrada de energia (sem energia química) e a taxa de alimentação de sucata; e

[0077] a Figura 6 mostra a possível integração de uma instalação para produção de aço de acordo com a invenção em uma usina de processamento de aço.

DESCRIÇÃO DAS REALIZAÇÕES PREFERIDAS

[0078] Na seguinte descrição das realizações preferidas da presente invenção, os números de referência idênticos similares designam componentes idênticos ou comparáveis.

[0079] Com referência agora às Figuras 1 a 6 dos desenhos em detalhes e primeiramente à Figura 1 dos mesmos, é mostrada de maneira exemplificadora uma realização possível do meio de geração de energia utilizando a energia térmica incluída na exaustão do processo a quente (topo) 20 do forno, do forno a arco elétrico 10, de uma instalação para produção de aço, utilizado para operar um sistema de retalhamento 40 unido ao dito forno a arco elétrico (EAF) 10.

[0080] Para isto, há pelo menos uma caldeira de recuperação 30 instalada no sistema de gás de exaustão 21 da usina de remoção de poeira 24 do forno a arco elétrico 10. A caldeira de recuperação 30 pode ficar localizada particularmente na saída de uma caixa de despejo 22 para as partículas de poeira contidas na exaustão 20 e/ou em uma área 23 do sistema de gás de exaustão 21 com pós-combustão de carbono ou de uma maneira subordinada à instalação 22/área 23 precedente. Embora a exaustão do processo (topo) do forno 20 de uma instalação para produção de aço 1 penetre no dreno de exaustão 21 com uma temperatura constante na faixa entre 900°C e 1.100°C sem a utilização de queimadores de gás adicionais, a temperatura de exaustão - contanto que tenha sido esfriada abaixo de 800°C - pode ser então elevada por transformação, devido à adição de oxigênio O, em um processo exotérmico, do carbono tóxico CO com oxigênio O em dióxido de carbono menos perigoso CO₂, em que este processo gera temperaturas de até aproximadamente 1.670°C, o que pode ser utilizado para uma geração eficaz de vapor.

[0081] Conforme ilustrado esquematicamente na Figura 1, há também a possibilidade de um arranjo inteligente

de diversas caldeiras de recuperação 30 no sistema de gás de exaustão 21 da usina de remoção de poeira 24, de modo que a água 62, que, por exemplo, é fornecida por uma usina de tratamento de água 61, possa ser transformada em vapor de uma maneira mais eficaz.

[0082] O vapor gerado pela caldeira de recuperação 30 aciona uma turbina de vapor 31, a qual aciona um gerador de energia 32.

[0083] O material condensado gerado pela turbina 31 é ainda refrigerado por um condensador 60 e bombeado diretamente à usina de tratamento de água 61.

[0084] Com a energia elétrica obtida dos dispositivos de geração de energia 30, 31, 32, é possível operar, sem utilizar uma rede pública de energia e, portanto, de maneira vantajosamente econômica, o sistema de retalhamento 40 e possivelmente outras cargas do consumidor da instalação para produção de aço 1.

[0085] A Figura 2 mostra de maneira exemplificadora o meio de condução, que transporta, por exemplo, os pedaços de sucata de ferro 71 retalhados em um sistema de retalhamento 40 ao forno a arco elétrico 10 ininterruptamente ou pelo menos continuamente durante o ciclo de um processo de fusão.

[0086] Os resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata) 70 de vários tamanhos é alimentada em um sistema de retalhamento 40, que - tal como ilustrado - é designado preferivelmente ao forno a arco elétrico 10.

[0087] O sistema de retalhamento 40 transfere os pedaços de sucata de ferro retalhados 71 de tamanho essencialmente idêntico. Além disso, os metais não-ferrosos de valor elevado 72 podem ser segregados para comercialização adicional.

[0088] Os pedaços de sucata de ferro retalhados

71 são transportados folgadoamente a granel e em não-comprimidos à tremonha de sucata 42, que também pode ficar localizada no subsolo.

[0089] Um ou mais equipamentos alimentadores de vibração 50 controlam a quantidade dos pedaços de sucata de ferro retalhados 71, que são alimentadas no forno a arco elétrico 10.

[0090] Além disso, um primeiro sistema de pesagem 52 faz um ajuste fino das quantidades.

[0091] Os equipamentos alimentadores de vibração 50 transportam os pedaços de sucata de ferro retalhados 71 folgadoamente a granel e não-comprimidos através das correias transportadoras 51 e uma calha preferivelmente giratória 54 localizada acima do teto da fornalha 14, à carcaça 13 do forno, do forno a arco elétrico 10.

[0092] Desse modo, a rampa giratória 54 transfere ininterruptamente ou pelo menos continuamente durante o ciclo de um processo de fusão os pedaços de sucata de ferro retalhados 71 ao forno a arco elétrico 10.

[0093] Um forno a arco elétrico 10 de acordo com a invenção, que é alimentado ininterruptamente ou pelo menos durante o ciclo de um processo de fusão continuamente com pedaços de sucata de ferro retalhados 71, opera com um consumo de energia específico significativamente mais baixo e uma produtividade mais elevada.

[0094] Ao mesmo tempo, as emissões na atmosfera são reduzidas significativamente, uma vez que o teto da fornalha 14 da carcaça do forno 13 não tem mais que ser aberto a fim de carregar as cestas de sucata de pedaços de sucata de ferro.

[0095] Além disso, a usina de remoção de poeira 24 também trabalha com um consumo de energia significativamente mais baixo porque um sistema secundário

não é mais necessário.

[0096] Com base na Figura 3, o ciclo do processo de uma primeira instalação para produção de aço 1 de acordo com a reivindicação 1 da invenção com processos de fusão cíclicos, desse modo com intervalos de fusão e vazamento alternados, é agora descrito mais detalhadamente.

[0097] O sistema de retalhamento 40 pode ser carregado com os resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata) 70 de vários tamanhos, por exemplo, de até três ou mais metros de comprimento, dependendo da dimensão do sistema de retalhamento 40 utilizado. Com o retalhamento do tal resíduo de aço enorme (sucata) 70, o sistema de retalhamento 40 produz pedaços de sucata de ferro 71 esmagados com um comprimento preferido em qualquer direção no espaço de aproximadamente no máximo 30 cm e segrega os metais não-ferrosos de valor elevado 72.

[0098] O sistema de retalhamento 40 é impelido por um motor elétrico 41 que é alimentado por um gerador de energia 32. O gerador de energia 32 é impelido por uma turbina de vapor 31 utilizando o vapor de pelo menos uma caldeira de recuperação 30, que fica localizada no sistema de gás de exaustão 21 da usina de remoção de poeira 24 do forno a arco elétrico 10. Qualquer excesso de energia elétrica pode ser dirigido a outras cargas de consumidores potenciais da instalação para produção de aço 1.

[0099] Os pedaços de sucata de ferro retalhados 71 são descarregados diretamente do sistema de retalhamento 40 e introduzidos em uma tremonha de sucata de recepção 42 localizada acima do solo ou no subsolo.

[00100] Para carregar os pedaços de sucata de ferro retalhados 71 no forno a arco elétrico 10, o operador de uma instalação para produção de aço 1 pode, de acordo com a invenção, controlar a quantidade de alimentação desejada e

a taxa de alimentação por um meio de controle eletrônico 80. Aqui, a quantidade e a taxa de alimentação serão dependentes da capacidade do forno, da mistura de alimentação e da capacidade do transformador 12 para os eletrodos de grafite 11.

[00101] Uma calha 54 preferivelmente do tipo giratório é posicionada acima da carcaça 13 do forno, do forno a arco elétrico 10. Esta calha 54 é até o presente a calha geralmente utilizada para alimentar aditivos no forno 10 através do chamado quinto furo 15 no teto da fornalha 14. Os desenhos do forno, tais como o tamanho do forno e o diâmetro dos eletrodos, dependem do desempenho do transformador.

[00102] Com o início de um processo de fusão ininterrupto respectivamente com cada nova fase de fusão cíclica, uma organização do fluxo de material provou valer a pena, tal como segue: Todos os meios de condução 50 e 51 começam a jusante da vista do forno 10 à tremonha de sucata 42. O número exato dos meios de condução (correias transportadoras 51 e equipamento alimentador de vibração 50) depende da localização da fonte de sucata de ferro. Primeiramente, a correia transportadora 51 ao lado da calha giratória 54 é ativada, seguida pelas correias transportadoras 51 posicionadas na frente dessa correia transportadora. Os últimos ativados na cadeia serão os equipamentos alimentadores de vibração 50 debaixo da tremonha de sucata 42, os quais são controlados preferivelmente por conversores de frequência.

[00103] Há preferivelmente dois sistemas de pesagem 52 unidos às correias transportadoras 51, um deles posicionou vantajosamente na primeira correia transportadora 51 diretamente depois dos equipamentos alimentadores de vibração 50 e o segundo deles na extremidade da rota de

transporte na última correia transportadora 51 antes de entrar no teto da fornalha 14. Esta configuração assegura uma medição correta e comparação (verificação dupla) da quantidade a ser alimentada na carcaça do forno 13. Se o segundo sistema de pesagem 52 estiver lendo a mesma capacidade que o primeiro sistema 52, nenhuma ação corretiva será tomada nos equipamentos alimentadores de vibração 50. No caso de um desvio grande, uma correção pode ser executada por meio de um sistema computadorizado 80.

[00104] No caso de pedaços de sucata de ferro retalhados 71 demasiadamente graúdos, às correias transportadoras 51 pode ser designado um aparelho de segregação 53, o qual detecta, por exemplo, óticamente por meio de câmeras de monitoramento, e desse modo pode segregar os pedaços de sucata de ferro que excedem as dimensões predefinidas.

[00105] No caso de um forno a arco elétrico 10 operando no processo de fusão cíclico, os equipamentos alimentadores de vibração 50 param quando o peso alcança o ponto estipulado final. Os transportadores de sucata 51 param alguns segundos mais tarde.

[00106] Pelo menos a primeira correia transportadora 51 que vem depois que do equipamento alimentador de vibração 50 permanece preferivelmente completamente carregada com os pedaços de sucata de ferro 71, ao passo que todas as correias transportadoras restantes 51 podem ser esvaziadas ou continuando a alimentar outros materiais, por exemplo, Ferro Reduzido Direto (DRI), cal, coque, etc. A manutenção de uma correia transportadora 51 carregada com os pedaços de sucata de ferro 71 tem a vantagem que o tempo de alimentação até o ciclo de fusão seguinte é minimizado. A quantidade pode ser calculada pelo sistema computadorizado 80 da instalação para produção de aço 1.

[00107] Alternativamente, há a possibilidade de carregar outros materiais, ao invés dos pedaços de sucata de ferro, ou simultaneamente com a mesma instalação e de fontes diferentes. Estes materiais, tais como, por exemplo, cal, coque, Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI) comprimido, também são alimentados pela última correia transportadora 51, que é equipada com um dispositivo de pesagem 52. Cada um dos materiais é ordenado pelos operadores ou por um sistema de controle de processo computadorizado 80 com uma determinada taxa de alimentação e através de uma outra correia transportadora de pesagem 51, 52, e pode ser facilmente subtraído do peso total medido.

[00108] Se todos os materiais de carga forem alimentados finalmente no forno a arco elétrico 10 que é operado no processo de fusão cíclico, as correias transportadoras 50, 51 são paralisadas completamente. Isto se aplica particularmente aos tempos necessários para a descarga da escória e o vazamento do aço.

[00109] Os intervalos causados pela descarga da escória e pelo vazamento do aço também causam uma interrupção das exaustões e conseqüentemente da geração de energia de uma maneira tal que o retalhador não pode ser impelido temporariamente pela energia gerada pelo meio de geração de energia. Tal como nesses ditos intervalos, a entrada do material de carga também é interrompida, e isto não é mais trágico, porque, apesar dessas interrupções agora se dispõe de uma instalação com uma economia de energia tal que não ainda existia.

[00110] O procedimento acima mencionado se aplica igualmente aos casos de interrupções devidas aos cuidados com a máquina de um forno de arco elétrico que, aparte deste, funciona em um processo de fusão ininterrupto.

[00111] A Figura 4 mostra o fluxo do processo de

uma segunda instalação para produção de aço 1 de acordo com a reivindicação 7 da invenção com um processo de fusão ininterrupto e um processo de vazamento ininterrupto operando simultaneamente ao mesmo.

[00112] O forno a arco elétrico 13 é equipado com uma instalação de EBT (vazamento excêntrico pelo fundo) 18. Abaixo da abertura de vazamento de aço 18, é colocado um sistema de corrediça ou de tampão 19. Este sistema 19 permite ajustar e controlar o tempo de vazamento desejado (tempo de enchimento ou vazão/velocidade da caldeira). A localização da altura do EBT (balcão) 18 é construída de maneira tal que uma determinada quantidade de massa em fusão restante fica localizada sempre abaixo e acima da abertura de vazamento de aço 18. Devido a esta construção, ao inclinar o forno para trás, paradas e partidas rápidas do fluxo do aço são possíveis no caso de reparos planejados do forno. A altura do banho é preferivelmente controlada por computador pelo equilíbrio da taxa de alimentação (alimentação contínua do retalhador) e da quantidade de vazamento (posição do sistema de corrediça ou de tampão 19).

[00113] Um vazamento ininterrupto será somente possível se o material de carga também for adicionado ininterruptamente e fundido imediatamente. A temperatura do banho (fusão do forno) fica constantemente na temperatura de vazamento desejada, a qual pode ser regulada e controlada por medições a qualquer momento. O volume do vazamento (aço cru) por unidade de tempo corresponde ao volume da fusão, a quantidade adicionada, menos a perda de fusão. Em outras palavras: um vazamento ininterrupto só é possível por causa do equilíbrio que existe entre o material carregado (controlado pela taxa de alimentação) e a energia de fusão necessária (controlada pela entrada de energia elétrica). Este equilíbrio pode ser preferivelmente controlado por um

computador 80.

[00114] Geralmente, a taxa de alimentação de materiais carregados tais como a sucata retalhada 71, etc., é determinada pela entrada de energia (taxa de alimentação específica). No caso de um distúrbio com a caldeira de aço 3, no forno 5 da caldeira e/ou na máquina de vazamento 6, é necessário que o fluxo de aço (saída do forno) possa ser reduzido. Neste caso, a entrada de energia é reduzida, por meio do que a vazão, etc., da sucata também será desacelerada. A quantidade de vazamento (velocidade/vazão) também será reduzida ao mudar a posição do sistema de corredeira ou de tampão 19 da abertura de vazamento de aço 18.

[00115] A caldeira de vazamento 3a é equipada em sua borda com um bico 4, que se sobrepõe à borda de uma caldeira de aço vizinha 3B, 4, para garantir uma troca livre de problemas das caldeiras 3a, 3b... sob a corrente de aço contínua.

[00116] A capacidade das caldeiras 3 é projetada de uma maneira tal que a temperatura após o enchimento será ainda 30 a 40 graus abaixo da temperatura de vazamento requerida. São decisivos para isto os parâmetros de desempenho do forno 10. Durante o "vazamento" (enchimento das caldeiras 3, 3a, 3b...) alguns tratamentos metalúrgicos tais como a dessulfuração e a aliagem já podem ser executados. Para uma operação rápida e contínua da máquina de vazamento 6, dois fornos 5 da caldeira podem estar disponíveis. A máquina de vazamento 6 pode trabalhar com dois carros distribuidores e procedimentos de mudança do distribuidor em voo.

[00117] Uma vez que um desgaste do furo de vazamento 18, do sistema de corredeira ou de tampão 19 e do revestimento refratário 13.1 do forno não pode ser impedido, mas no entanto um suprimento contínuo da máquina de vazamento

contínuo 6 com aço deve ser garantido, provou valer a pena a provisão de um segundo vaso 13b sem sistema de eletrodos (Forno de Carcaça Dupla). Este forno 13b continuará a produzir o aço, ao passo que o outro vaso do forno 13a será reparado ou substituído, e então outra vez ficará à disposição como uma unidade "Standby". Pequenos reparos, tal como especialmente a mudança da abertura de vazamento 18 e/ou do sistema de correção ou de tampão 19, que ocorre mais ou menos a cada dois dias, podem ser executados, se forem planejados no tempo, ao reduzir a velocidade da carcaça e desse modo criando uma acumulação de aço no forno 5 da caldeira. Portanto, a fabricação de aço será interrompida e o forno 10 será inclinado para uma posição de remoção da escória com uma massa em fusão restante máxima. Uma mudança do furo de vazamento pode ser efetuada, por exemplo, com um conjunto de furos de vazamento previamente preparado 18, 19 e dura somente 15 a 20 minutos.

[00118] A taxa de alimentação máxima I da sucata de ferro 71 depende da capacidade do transformador 12. Um forno 13 com uma capacidade de aproximadamente 150 toneladas de aço cru dispõe geralmente de uma entrada de energia de no mínimo 100 MW. No caso exemplificador de um consumo de energia elétrica suposto de 490 kWh/t de carga de sucata (Valores Supostos: Rendimento Metálico = 88%; Utilização do Arco = 90%; Temperatura de Vazamento = 1620°C), o desempenho do vazamento (produtividade) se eleva dependendo da entrada de energia (sem energia química) e da taxa de alimentação da sucata tal como mostrado a seguir na tabela:

Entrada de energia [MW]	Sucata de ferro de entrada (taxa de alimentação II) [t/h]	Aço de saída (produtividade II) [t/h]
60	121	107
80	162	143
100	202	178

120	243	214
-----	-----	-----

[00119] A Figura 5 mostra os dados da tabela precedente traçados em um diagrama. Ali, a produtividade II de um forno a arco elétrico 10 operado somente com sucata de ferro 71 é ilustrada dependendo da entrada de energia (sem energia química) e da taxa de alimentação da sucata, em que no eixo x a entrada de energia em megawatts [MW] e no eixo y a tonelagem por hora [t/h] foram traçadas. Também é claramente visível o equilíbrio entre a entrada I de sucata de ferro 71 (taxa de alimentação) e saída II de aço (produtividade).

[00120] A Figura 6 mostra então a possível integração de uma instalação para produção de aço 1 de acordo com a invenção, que corresponde à Figura 3 ou Figura 4, em uma usina de processamento de aço, particularmente em uma mini-usina 2.

[00121] O desenho do forno pode desse modo diferir dos fornos a arco elétrico convencionais tal como segue:

[00122] Devido ao fato que é executada ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente uma adição contínua de materiais de carga como sucata, o banho de fusão não se encontra sempre na condição líquida (processo de banho suave), neste caso não há mais necessidade de abrir o teto da fornalha 14 para carregar a sucata. Neste caso, o dispositivo levantador do céu pode ser eliminado. O teto da fornalha 14 pode ser levantado pela ponte rolante sempre que requerido para a finalidade de reparo ou troca. O forno 10 consiste agora em não mais do que apenas duas partes, a carcaça do forno inferior 13 e a carcaça superior (teto da fornalha) 14.

[00123] Os painéis refrigerados a água do teto da fornalha 14 e da carcaça do forno inferior 13 podem ser substituídos por um material refratário, de modo que o forno

10 fique revestido somente com material refratário. Isto reduz bastante o dimensionamento do tratamento de água.

[00124] Além disso, o volume do forno será reduzido. O novo volume menor do forno é determinado pelo volume de gás gerado e pela capacidade do transformador.

[00125] Dependendo do volume do vaso determinado pelo tamanho do transformador, o forno pode ser equipado no fundo com um ou mais tampões de enxágue (não mostrados). Estes têm a função de garantir uma melhor homogeneização do banho.

[00126] A tecnologia de fabricação de aço elétrica tem passado por mudanças radicais durante as últimas décadas.

[00127] No passado, os fornos a arco elétrico eram alimentados somente com 100% de carga de sucata. Atualmente o material de carga que está sendo utilizado varia de materiais sólidos, sucata, Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI), etc. Especialmente nos momentos de grande demanda de aço, os preços de mercado mudam frequentemente e a flexibilidade no que diz respeito ao material de carga é uma grande vantagem de um ponto de vista econômico.

[00128] O sucesso do tratamento da caldeira para os requisitos de qualidades de aço normais e do tratamento secundário da qualidade de aço elevada aumentou a produtividade dos fornos de arco elétrico 10, e também influenciou os procedimentos. O procedimento típico do forno a arco elétrico com a prática de escória dupla não é mais utilizado, de modo que o ciclo de um processo de fusão (tempo de vazamento a vazamento) dos fornos a arco elétrico já conhecidos está se aproximando daquele de um conversor de oxigênio.

[00129] Com as presentes instalações de produção

de aço 1 de acordo com a invenção, que são operadas ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente, que estipularam padrões novos em termos do equilíbrio de energia total no que diz respeito à economia de energia e produtividade, a tendência dos últimos anos é continuada consistentemente.

LISTA DE SINAIS DE REFERÊNCIA:

- [00130] 1 instalação para produção de aço
- [00131] 2 o mini-usina
- [00132] 3, 3a, 3b caldeiras de aço
- [00133] 4 bico da caldeira de aço 3
- [00134] 5 forno da caldeira
- [00135] 6 máquina de vazamento contínuo
- [00136] 10 forno a arco elétrico (EAF)
- [00137] 11 eletrodo de grafite
- [00138] 12 transformador
- [00139] 13, 13a, 13b carcaça do forno
- [00140] 13.1 parede do forno
- [00141] 13.2 fundo do forno
- [00142] 14 teto da fornalha
- [00143] 15 aberturade alimentação, em particular o quinto furo no teto da fornalha 14
- [00144] 16 meio para criar a escória em espuma
- [00145] 17 abertura de descarga da escória
- [00146] 18 abertura de vazamento de aço, em particular o vazamento excêntrico do fundo (EBT)
- [00147] 19 sistema de corrediça ou de tampão
- [00148] 20 exaustão do processo a quente (topo do forno)
- [00149] 21 sistema de gás de exaustão
- [00150] 22 caixa de despejo
- [00151] 23 áreas do sistema de gás de exaustão 21 com pós-combustão
- [00152] 24 caldeiras de recuperação da usina de

remoção de poeira 30

- [00153] 31 turbina de vapor
- [00154] 32 gerador de energia
- [00155] 40 sistema de retalhamento
- [00156] 41 motor elétrico
- [00157] 42 tremonha de sucata acima do solo ou no

subsolo

- [00158] 50 equipamento alimentador de vibração
- [00159] 51 correia transportadora
- [00160] 52 sistema de pesagem
- [00161] 53 aparelho de segregação
- [00162] 54 calha giratória
- [00163] 60 condensador
- [00164] 61 usina de tratamento de água (WTP)
- [00165] 62 água
- [00166] 70 resíduos descartados de ferro e/ou aço

(sucata) a granel diferente

- [00167] 71 pedaços de sucata de ferro retalhados

soltos não-comprimidos

- [00168] 72 metais não-ferrosos de valor elevado

- [00169] 80 sistema de controle do processo

baseado em computador

- [00170] I sucata de ferro de entrada (taxa de

alimentação)

- [00171] II saída de aço (produtividade)

REIVINDICAÇÕES

1. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), compreendendo pelo menos:

- um forno a arco elétrico (10) para fundir pelo menos ciclicamente materiais da carga que compreendem pedaços de sucata de ferro retalhados (71);

- um meio de geração pelo menos ciclicamente de energia (30, 31, 32) durante a fusão da energia térmica incluída na exaustão do processo a quente (topo 20 do forno) do forno a arco elétrico (10); e

- um meio de condução (50, 51...), por meio do qual (50, 51...), durante um ciclo do processo de fusão, o forno a arco elétrico (10) é continuamente alimentado pelo menos com os pedaços de sucata de ferro (71) retalhados pelo sistema de retalhamento (40),

caracterizada por

- o sistema de retalhamento (40)

- ser designado ao forno a arco elétrico (10) para retalar a sucata de ferro e/ou aço descartada (sucata 70),

- e ser impelido por um motor elétrico (41), em que o motor elétrico (41) é ativado durante um ciclo do processo de fusão pela energia elétrica recuperada pelo meio de geração de energia (30, 31, 32).

2. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo forno a arco elétrico (10) ser composto de uma carcaça do forno (13) feita de material refratário e/ou compreende elementos refrigerados a água e um teto da fornalha (14) sempre fechado durante a alimentação contínua com pedaços de sucata de ferro (71), em que e ao mesmo tempo em uma parede (13.1) da carcaça do forno (13) e/ou no teto da fornalha (14) é arranjada uma abertura de alimentação (15), que (15) permite a alimentação contínua do forno a arco elétrico (10) com os pedaços de sucata de

ferro (71) retalhados pelo sistema de retalhamento (40).

3. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo forno a arco elétrico (10) compreender um carcaça do forno (13) dimensionada de uma maneira tal no seu interior há espaço suficiente para 90%, ou para 80%, e ou para 70% da quantidade máxima de pedaços de sucata de ferro retalhados na forma não fundida que são fundidos no curso de um ciclo de um processo de fusão.

4. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo forno a arco elétrico (10) compreender um meio (16) para criar escória em espuma em uma quantidade tal que os arcos são pelo menos parcialmente abafados pela camada de escória em espuma.

5. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo forno a arco elétrico (10) compreender uma abertura de descarga da escória (17) arranjada na parede do forno (13.3) da carcaça do forno (13), de uma maneira tal que (17) fica localizada em um nível da altura que é definido ou definível, com relação ao banho de fusão, por um sistema de corredeira ou de tampão, de maneira tal que um excesso da escória em espuma é drenado de acordo com o princípio de transbordamento, assim que o banho de fusão tiver alcançado um determinado nível.

6. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), particularmente de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada por uma abertura de vazamento de aço (18) ser arranjada em ou perto do fundo do forno (13.2).

7. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por uma parte do aço líquido ser descarregada do banho de aço em uma caldeira de aço (3), que (3a) é equipada em sua borda com um bico (4),

que se sobrepõe à borda de uma caldeira de aço vizinha (3b) para garantir uma troca livre de problemas da caldeira (3, 3a, 3b...) sob a corrente de aço contínua.

8. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada por um sistema de controle do processo baseado em computador (80) ser incluído, o qual torna possível dirigir taxas de alimentação irrestritamente definíveis de uma maneira tal que o material carregado fica em equilíbrio com a energia de fusão necessária.

9. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada por ao meio de condução (50, 51...) ser designado pelo menos um sistema de pesagem (52) para detectar a taxa de alimentação real da sucata de ferro (71).

10. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada por ao meio de condução (50, 51...) ser designado um aparelho de segregação (53) com ou sem métodos ópticos ou meios de câmeras de monitoramento, o qual detecta e segrega pedaços de sucata de ferro (71) que excedem dimensões predefinidas.

11. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pela energia elétrica ser obtida direta ou indiretamente, por meio de uma caldeira de recuperação (30), da energia térmica contida na exaustão do processo a quente (20) do forno a arco elétrico (10).

12. INSTALAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE AÇO (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada pelo forno a arco elétrico (10) ser um forno a arco elétrico de corrente alternada (C.A.) ou um forno a arco elétrico de corrente contínua (C.C.).

13. MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE AÇO EM UMA INSTALAÇÃO

(1), tal como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 12, em que:

- os materiais da carga são fundidos ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente em um forno a arco elétrico (10);

- os materiais de carga compreendendo pedaços de sucata de ferro (71) retalhados, retalhados em um sistema de retalhamento (40) para retalar a sucata de ferro e/ou aço descartada (sucata 70), Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI) são alimentados no forno a arco elétrico (10) continuamente por meio de condução (50, 51...);

- uma parte do aço líquido é descarregada ininterrupta ou ciclicamente do banho de aço do forno a arco elétrico (10);

e em que

- da energia térmica incluída na exaustão do processo a quente (topo 20 do forno) do forno a arco elétrico (10), a energia elétrica é, por meio da geração de energia (30, 31, 32), gerada durante um ciclo do processo de fusão; caracterizado por

- um sistema de retalhamento (40)

- ser designado ao forno a arco elétrico (10) para retalar a sucata de ferro e/ou aço descartada (sucata 70)

- e ser ativado durante um ciclo do processo de fusão pela energia elétrica gerada da exaustão do processo (topo 20 do forno).

14. MÉTODO, de acordo com a reivindicação 13, em que o forno a arco elétrico (10) é feito para fundir ininterruptamente materiais de carga que compreendem pedaços de sucata de ferro retalhados (71), Ferro Reduzido Direto (DRI) e/ou Ferro Briquette Quente (HBI), caracterizado por

- uma parte do aço líquido ser descarregada

ininterruptamente do banho de aço do forno a arco elétrico (10) por uma abertura de vazamento de aço (18) arranjada em ou perto do fundo do forno (13.2), e os materiais de carga serem carregados ininterruptamente através dos dispositivos de condução (50, 51...) ao forno a arco elétrico.

15. MÉTODO DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA OBTIDA POR MEIO DE UM DISPOSITIVO DE GERAÇÃO DE ENERGIA (30, 31, 32) da energia térmica incluída na exaustão do processo a quente (20) de um forno a arco elétrico (10) que funde ininterruptamente ou pelo menos ciclicamente materiais de carga que compreendem pedaços de sucata de ferro retalhados (71), caracterizado por ser para alimentar um sistema de retalhamento (40) ininterruptamente ou durante o ciclo de um processo de fusão que, unido ao forno a arco elétrico (10), retalha resíduos descartados de ferro e/ou aço (sucata 70) em uma instalação para produção de aço (1), tal como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 14.

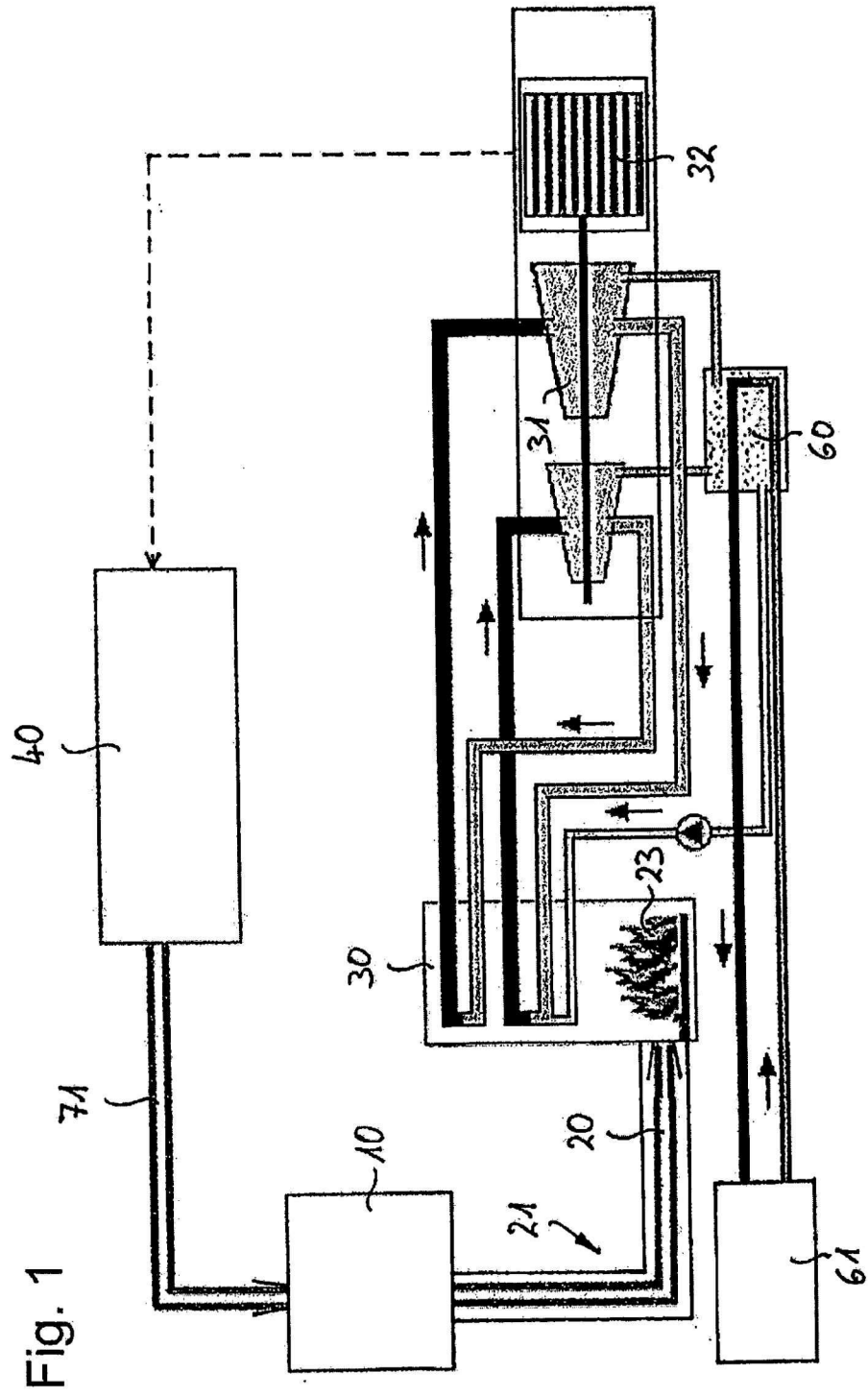


Fig. 1

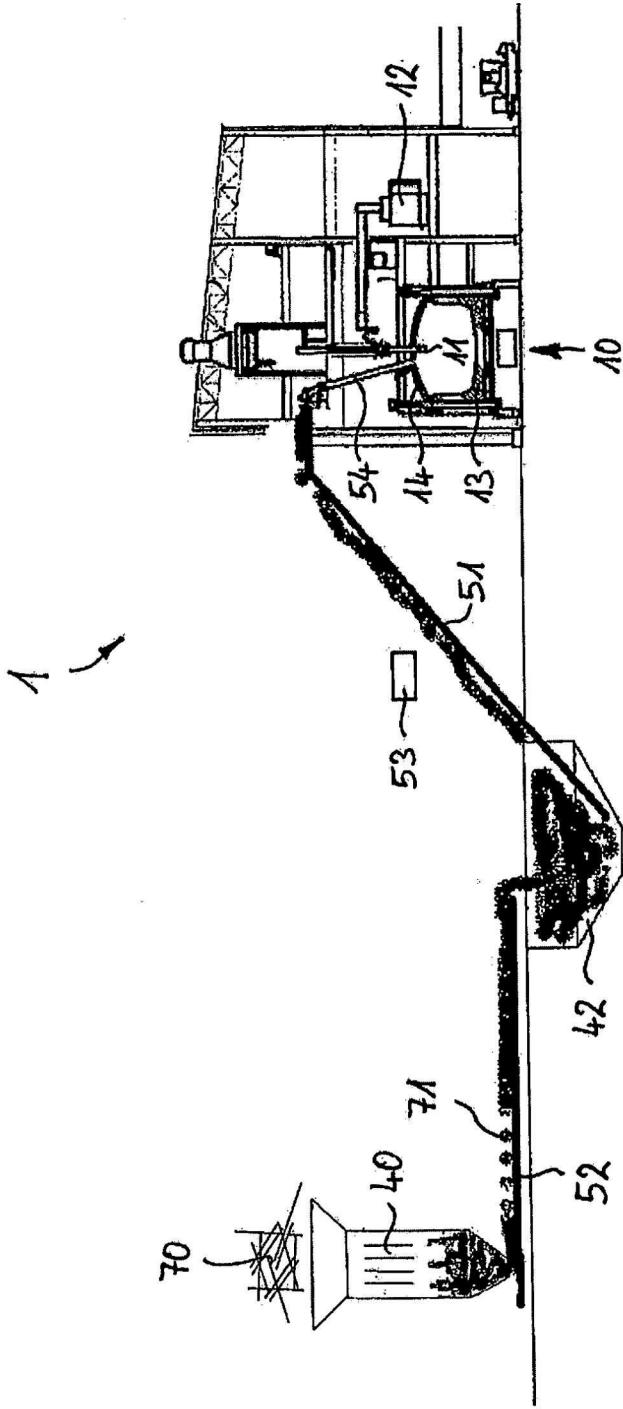


Fig. 2

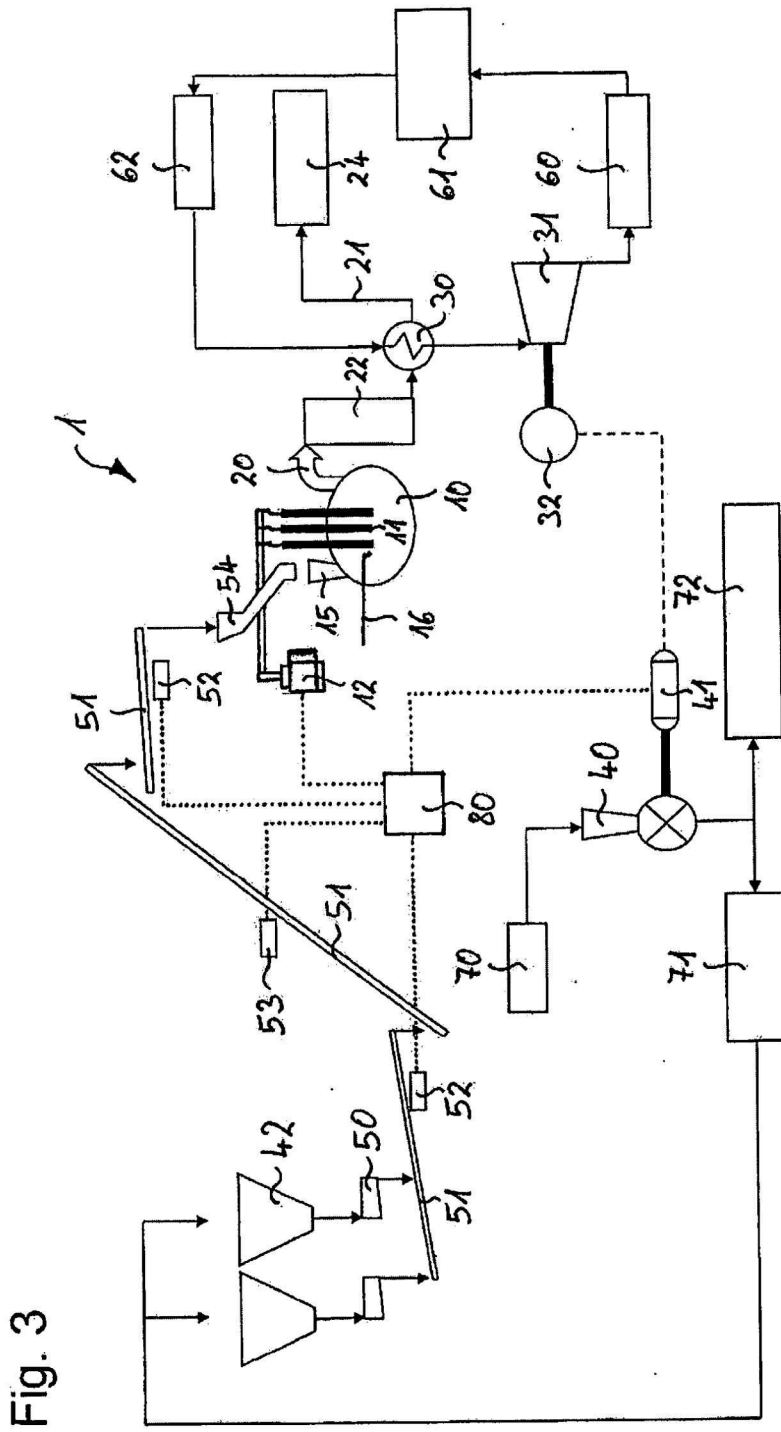


Fig. 3

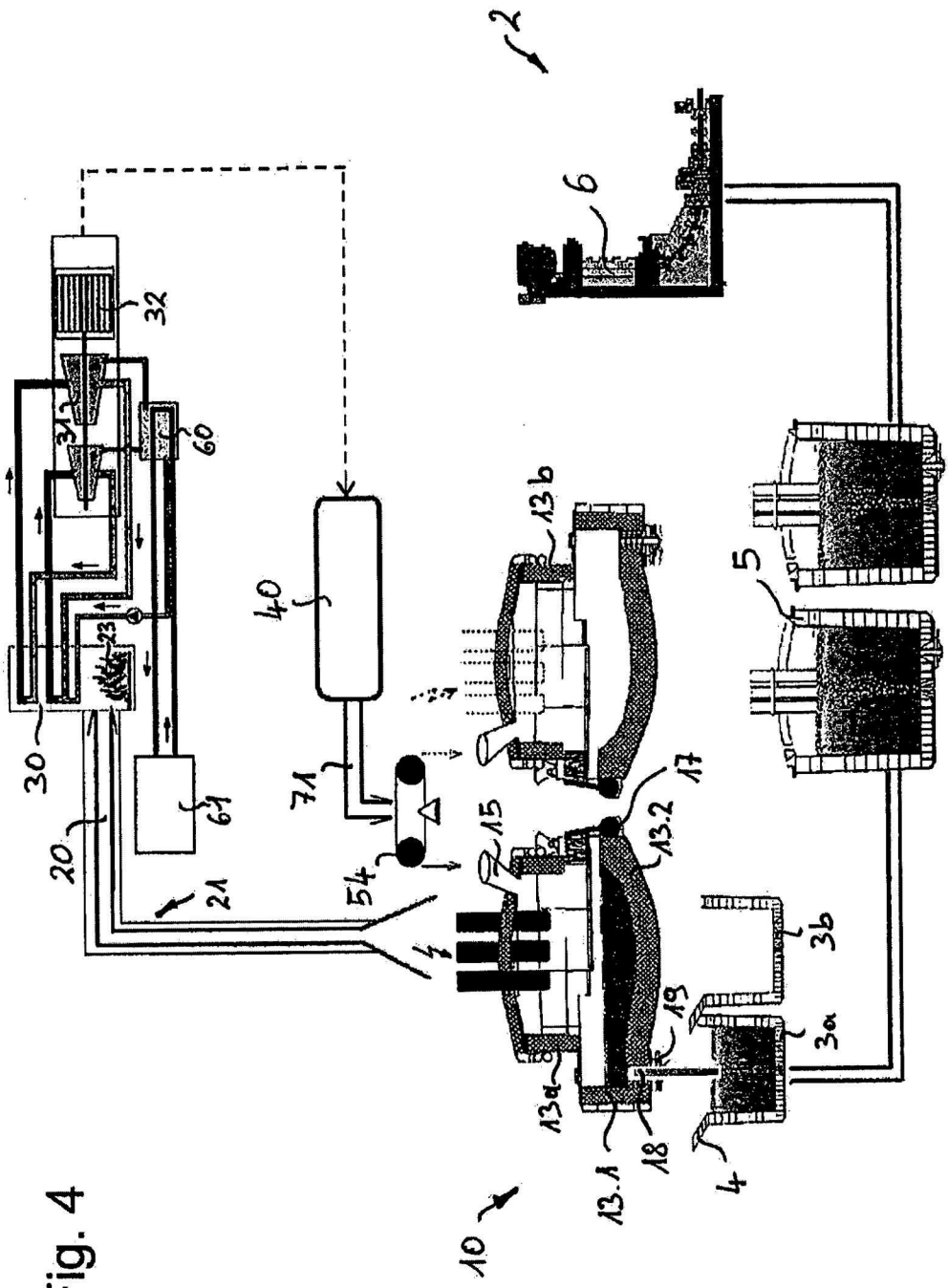


Fig. 4

