



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

CARTA PATENTE N.º PI 0410420-0

Patente de Invenção

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 0410420-0

(22) Data do Depósito : 10/05/2004

(43) Data da Publicação do Pedido : 25/11/2004

(51) Classificação Internacional : C21B 3/04; C22B 7/04

(30) Prioridade Unionista : 16/05/2003 AT A 753/2003

(54) Título : PROCESSO PARA A UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA

(73) Titular : VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGENBAU GMBH & CO. Endereço: Turmstrasse 44, A-4031 Linz, Áustria (AT).

(72) Inventor : UDO GENNARI. Endereço: Flurweg 9, A-4202 Hellminsödt, Áustria. Cidadania: Austríaca.;
ALEXANDER FLEISCHANDERL, Engenheiro(a). Endereço: Almegstrasse 673, A-4645 Grünau, Áustria. Cidadania: Austríaca.

Prazo de Validade : 20 (vinte) anos contados a partir de 10/05/2004, observadas as condições legais.

Expedida em : 22 de Abril de 2014.

Assinado digitalmente por
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes

15 de Novembro
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
de 1889

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO PARA A UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA**".

A presente invenção refere-se a um processo para utilização de escória proveniente de usina siderúrgica e contendo partículas de ferro óxido com um agente redutor sendo adicionado e com partículas de ferro óxido da escória, bem como outros óxidos de metal que opcionalmente são providos sendo reduzidos por meio do dito agente redutor, bem como a uma instalação para realizar o processo.

Processos para o beneficiamento de escórias provenientes de usina siderúrgica são planejados para a formação de escórias compatíveis em relação ao ambiente, que em particular são economicamente utilizáveis e, por exemplo, podem ser usadas como materiais brutos para a produção do substituto da escória de cimento.

Processos desse tipo são conhecidos, por exemplo, de WO 96/24696 ou de WO 97/46717. Dessa maneira, escórias líquidas contendo óxido de ferro tal como escória de objetos de aço são misturadas com transportadores de óxido de ferro tais como minérios de ferro, minérios fracos básicos, escama de oficina de laminação ou poeiras e cal metalúrgica e a escória de ferrita assim formada é reduzida em um reator de redução, por meio disso um banho de ferro e uma fase de sinterização são formados com o carbono sendo queimado, ou ar quente é injetado, respectivamente.

Uma desvantagem desses processos conhecidos é a alta quantidade do gás residual e a grande perda de poeira resultante da injeção dos materiais residuais e carvão por debaixo através do banho. Uma outra desvantagem consiste em que a perda de calor causada pelo processo de redução endotérmica durante a redução das partículas de óxido de ferro da escória é compensada quimicamente ou pelo ar quente, isto é, quimicamente pela combustão do carbono. Essas medidas causam altas turbulências e, portanto, também altas perdas de carbono devido ao maior conteúdo de poeira e a maior quantidade de gás residual. O aquecimento químico causado pela combustão do carbono afeta o equilíbrio químico e, portanto, o decorrer do processo durante o tratamento da escória. As altas emissões de CO₂ que

5 surgem inevitavelmente dessa maneira constituem uma desvantagem econômica em vista das taxas de CO₂ que logo serão pagáveis e não são consistentes com a tendência para processos sustentáveis. Além do mais, a utilização da escória acontece em conversores ou reatores de redução estacionária de um projeto complexo, necessitando de altos custos de investimento.

10 Uma outra desvantagem dos processos conhecidos é que a operação é descontínua, isto é, a escória a ser tratada é carregada, terminada e depois disso, ela é fundida ou sangrada, respectivamente. Isso envolve reações vigorosas para cada batelada de escória, acompanhada por uma mudança substancial nas composições químicas das fases presentes no recipiente do reator, o que por sua vez causa um elevado esforço no revestimento à prova de fogo dos recipientes de reação, isto é, dos conversores ou reatores de redução estacionária. Esse alto esforço é adicionalmente intensificado
15 pelo aquecimento químico acima mencionado.

A invenção objetiva evitar tais desvantagens e dificuldades e tem como seu objetivo prover um processo do tipo inicialmente mencionado e uma instalação para realização do processo, que pode ser conseguido por métodos simples, o que significa que somente baixos custos de investimento
20 serão exigidos. Além do mais, as perdas de poeira devem ser evitadas tanto quanto possível e somente trabalhos de manutenção e conserto minoritários devem ser necessários, isto é, a composição química das fases presentes no recipiente do reator deve mudar continuamente e em total somente ligeiramente pelo carregamento das escórias e a injeção de poeiras. Um outro
25 aspecto essencial é que o consumo de calor que ocorre na redução endotérmica é compensado pelo abastecimento de calor que não causa quaisquer mudanças no equilíbrio químico, de modo que o beneficiamento da escória pode acontecer não influenciado pela introdução do calor, isto é, o abastecimento de energia. Esse tipo de abastecimento de calor deve também
30 acarretar uma menor emissão de CO₂ do que na técnica anterior descrita de modo a ser capaz de fazer uso das vantagens das economias do CO₂ em vista da taxa de CO₂ que será devida no futuro. A quantidade de gás residu-

al que é reduzida comparada com a técnica anterior também leva a uma menor emissão de poeira e, portanto, a uma utilização mais eficiente dos materiais introduzidos.

De acordo com a invenção, esse objetivo é atingido por uma
5 combinação dos seguintes aspectos:

- carregamento da escória em um recipiente do reator, preferencialmente em uma panela de fundição que pode ser inclinada, sobre um material de fornada de ferro residual contendo carbono dissolvido, vagarosa e continuamente sobre um período de tempo prolongado,
- 10 - aquecimento elétrico da escória e do material de fornada de ferro residual, bem como de um material de fornada de ferro recentemente formado através de um período prolongado de tempo,
- injeção de um agente redutor contendo carbono com gás, preferencialmente com gás inerte, através de um período de tempo prolongado
15 por meio de uma lança em uma região próxima da superfície limite entre a escória e o material de fornada de ferro ou diretamente dentro do material de fornada de ferro, por meio disso o carbono é dissolvido no material de fornada de ferro e o material de fornada de ferro e a escória são misturados,
- dissolução do carbono do agente redutor no material de fornada de ferro e
20 da de ferro e
- redução das partículas de ferro óxido da escória, com ferro metálico e CO sendo formados, através de um período prolongado de tempo,
- formação de uma escória espumosa pelo CO resultante através de um período de tempo prolongado,
- 25 - introdução de um gás contendo oxigênio ou oxigênio na escória espumosa e pós-combustão de CO para CO₂ através de um período de tempo prolongado,
- jato inferior do recipiente do reator com gás inerte através de um período de tempo prolongado,
- 30 - descarga da escória tratada e opcionalmente
- subsequente a descarga do material de fornada de ferro, por meio disso um material de fornada de ferro residual contendo carbono

dissolvido é deixado no recipiente do reator.

O carregamento da escória líquida resulta de um ajuste nos tempos de carregamento dos conversores dos trabalhos de aço (por exemplo, conversores de LD ou conversores de AOD em uma oficina de aço inoxidável) e das quantidades de escória líquida produzida por meio disso. O tamanho do agregado e a velocidade de carregamento são ajustados tal que a(s) quantidade(s) de escória se acumulando no(s) conversor(es) dos trabalhos de aço pode(m) ser tratada(s) no período de tempo entre as sangrias no reator de redução de acordo com a invenção. Ao fazer isso, as quantidades de escória podem também ser coletadas de duas ou mais bateladas do conversor e podem então ser carregadas continuamente no reator de redução.

Devido ao fato que a escória é introduzida vagarosa e continuamente através de um período prolongado de tempo, quantidades comparativamente menores de escória a serem tratadas entram no recipiente do reator por unidade de tempo e com base na quantidade já presente, de modo que a composição química das fases presentes no recipiente do reator variará somente ligeiramente. Portanto, uma operação assim chamada "quase contínua", isto é, uma conversão contínua das substâncias usadas, é garantida mesmo se a descarga da escória tratada ocorrer sempre de maneira descontínua no máximo quando a capacidade máxima do recipiente do reator tiver sido atingida.

A "quase-continuidade" é também garantida pelo aquecimento elétrico da quantidade continuamente crescente da escória e do material de fornada de ferro residual, bem como do material de fornada de ferro recentemente formado sobre um período de tempo prolongado. Além do que, as reações químicas permanecem inalteradas pelo processo de aquecimento. Isso envolve a vantagem que as reações químicas podem ser manipuladas e controladas mais facilmente, o que tem um efeito positivo na qualidade dos produtos descarregados, isto é, da escória tratada e do material de fornada de ferro tratado.

Uma outra vantagem essencial resulta da injeção do agente redutor contendo carbono diretamente no material de fornada de ferro ou em

uma região próxima da superfície limite entre a escória e o material de fornada de ferro, respectivamente, desde que isso inevitavelmente acarreta a dissolução de quase toda a quantidade de carbono injetado no material de fornada de ferro e, através do gás soprado ascendente, uma mistura de material de fornada de ferro e escória e assim um procedimento de redução direta em um modo ótimo. Por meio disso, o contato direto das gotículas de metal contendo carbono com a escória contendo óxido de metal exerce uma função importante, a saber, através da grande interface assim formada que fica disponível para a redução. O resultado é uma redução direta dos óxidos de metal redutíveis da escória com o carbono dissolvido no material de fornada de metal.

A introdução dos agentes redutores por meio de uma lança é de importância também, particularmente desde que, dessa maneira, uma possibilidade ideal de regulação (ajuste de uma altura particular) é provida para o processo, em contraste com alcaravizes inferiores que soprariam os agentes adicionados para cima, o que resultaria em uma perda substancial desses agentes devido ao assim chamado sopro completo com o gás de injeção na corrente de gás residual e, portanto, em um grande acúmulo de poeira. Além do mais, usando lanças, um tempo de permanência mais longo dos agentes redutores no banho de metal e, por meio disso, uma separação mais eficiente do carbono do agente redutor no banho de metal é conseguida.

De preferência, também materiais residuais, em particular materiais residuais metalúrgicos, tais como resíduos de depósito de refugo, poeiras contendo óxido de ferro e pastas fluidas dos processos de purificação de gás, escamas, etc., podem ser injetados vagarosa e continuamente com o gás, preferencialmente com gás inerte, sobre um período prolongado de tempo por meio de uma lança, em uma região próxima da superfície limite entre a escória e o material de fornada de ferro ou diretamente dentro do material de fornada de ferro, com o material de fornada de ferro e a escória sendo misturados.

Isso também se aplica à injeção de agentes auxiliares, tais como bauxita, materiais vantajosamente residuais da extração da bauxita, tais co-

mo barro vermelho e/ou pó de cal e/ou transportadores de silício, vantajosamente materiais residuais contendo Si, tais como partículas de cinza, cinzas de caldeira ou areias de fundição gastas, que também são injetadas vagarosa e continuamente através do gás, de preferência com gás inerte, através de um período de tempo prolongado por meio de uma lança, para dentro de uma região próxima da superfície limite entre a escória e o material de fornada de ferro ou diretamente no material de fornada de ferro, por meio do qual, em cada caso, o material de fornada de ferro e a escória são misturados.

10 Para o tratamento da escória, pode ser vantajoso se os materiais residuais e/ou agentes auxiliares são injetados no recipiente do reator em um nível diferente do agente redutor, preferencialmente acima da injeção dos agentes redutores, por exemplo, diretamente na região da camada limite entre o material de fornada de ferro e a escória espumosa formando acima do dito material de fornada de ferro.

15 De acordo com uma modalidade preferida, a injeção de um agente redutor contendo carbono e/ou de materiais residuais e/ou de agentes auxiliares é efetuada transversalmente contra a superfície limite do material de fornada de ferro presente no recipiente do reator e da escória localizada acima do dito material de fornada de ferro.

20 Para o processo de acordo com a invenção, é ideal se as etapas do processo a serem executadas através de um período de tempo prolongado são executadas basicamente de uma descarga da escória, bem como opcionalmente do material de fornada de ferro até a descarga subsequente da escória e assim essencialmente de maneira síncrona.

25 Desde que a quantidade dos materiais minerais nos materiais residuais metalúrgicos a serem processados, especialmente em escórias e poeiras, é mais alta do que essa dos óxidos de metal redutíveis, existirá uma produção muito mais extensiva de escória tratada do que de material de fornada de ferro tratado, de modo que a escória será descarregada várias vezes em uma linha e somente depois o material de fornada de ferro será fundido. Se as etapas do processo a serem realizadas através de um período

prolongado de tempo ocorrem em cada caso no período de tempo entre duas descargas sucessivas de escória, opcionalmente depois da descarga do material de fornada de ferro e subseqüentemente da escória, os materiais residuais a serem tratados, isto é, especialmente escórias e poeiras, podem ser adicionados nas menores quantidades possíveis por unidade de tempo que são compatíveis com a logística da instalação dos objetos de aço, isto é, da escória líquida que foi produzida e é para ser processada por unidade de tempo. Entretanto, seria necessário interromper temporariamente a introdução da escória e/ou a injeção de materiais residuais e/ou agentes redutores, por exemplo, de modo a substituir um recipiente de escória vazio por um cheio ou de modo a pegar amostras intermediárias ou de modo a executar um ajuste da composição da escória aumentando temporariamente a introdução dos agentes auxiliares, etc. De acordo com o processo de acordo com a invenção, essas interrupções da carga e injeção, mas também do aquecimento elétrico são possíveis independentemente uma da outra de modo que um ajuste ideal nas exigências é possível dentro de um período de tempo entre duas sangrias de escória.

De modo a impedir que o carbono sobre através e para dentro do gás residual e de modo a impedir, respectivamente, a combustão do carbono na zona oxidante na região superior da escória espumosa, a injeção de um agente redutor contendo carbono é preferencialmente executada somente até que o limite de saturação máximo do carbono tenha sido alcançado no material de fornada de ferro.

De modo a garantir uma pós-combustão eficiente de uma parte do CO formando durante a redução, cuja pós-combustão não prejudica o processo de redução, um gás contendo oxigênio ou oxigênio é adequadamente introduzido na escória na metade superior, vantajosamente na terça parte mais superior da altura da escória.

Foi verificado ser vantajoso se especialmente os agentes auxiliares e/ou materiais residuais são injetados em uma região da altura em ambos os lados da superfície limite entre a escória e o material de fornada de ferro, cuja região de altura se estende sobre um máximo de 25% da altura

total da escória, ou em uma região de altura idêntica no material de fornada de ferro, respectivamente, de preferência se estendendo sobre um máximo de 10% da altura total da escória, ou lateralmente invertida a ela, respectivamente, no material de fornada de ferro.

5 Para uma conversão particularmente rápida das substâncias introduzidas, essas substâncias são adequadamente injetadas através de aberturas de descarga laterais da lança em uma direção aproximadamente horizontal ou ligeiramente transversal para a superfície limite plana idealizada.

10 De preferência, o aquecimento elétrico é efetuado através de um arco elétrico e/ou aquecimento de resistência no caso em que a queima de um arco elétrico seja impossível devido a escória espumosa que está formando.

15 De preferência, a escória é carregada pelo menos parcialmente em uma forma líquida.

20 Um aspecto de processo específico consiste em que a redução dos óxidos de metal é primariamente efetuada através da redução direta por meio do carbono dissolvido no material de fornada de metal, ao invés de por especificamente produzir gás de CO através da combustão do carbono com o oxigênio e usar o mesmo.

25 De modo a reduzir os compostos fracamente redutíveis tais como, por exemplo, MnO, Cr₂O₃, P₂O₅ para valores baixos que apropriadamente são desejados na escória tratada, agentes redutores que são mais fortes contra o carbono, tais como alumínio, ferrosilício, carbureto de cálcio, etc. são usados, preferencialmente no estágio final da redução antes da descarga da escória tratada.

30 De modo a condicionar adicionalmente as propriedades da escória tratada, se necessário, uma adição a mais de agentes auxiliares acontece com a conclusão da adição dos agentes redutores. A dita adição, que é possível de acordo com a invenção, é temporariamente independente e pode ser executada em uma maneira controlada, tem a vantagem, entre outras coisas, que uma redução mais eficiente dos óxidos, tais como MnO ou P₂O₅

pode ocorrer inicialmente em uma resistência básica menor e que somente subseqüentemente a composição da escória é ajustada para a resistência básica desejada.

Além do mais, o processo de acordo com a invenção possibilita a introdução de minérios contendo óxido de ferro tais como minérios finos, minérios de ferro crômico, etc., vantajosamente da mesma maneira através de uma lança de injeção.

De acordo com a invenção, uma escória espumosa de uma altura que é tão grande quanto possível é suposta de se formar, onde a altura do recipiente do reator de redução faz uso, que, portanto, é escolhida para ser maior. Por essa razão, a altura da escória é vantajosamente medida e medidas corretivas são adotadas se a altura admissível máxima é excedida e um valor limite da altura da escória não é alcançado.

De preferência, um depósito de gotículas de metal da escória é aguardado depois da introdução de materiais residuais e/ou agentes auxiliares e/ou agentes redutores e antes da descarga da escória tratada.

De modo a evitar danos no material à prova de fogo no recipiente do reator e de modo a economizar na entrada da energia, a escória é adequadamente tratada no recipiente do reator em uma temperatura menor do que para a granulação da escória tratada.

Uma instalação para execução do processo é caracterizada pelos aspectos seguintes:

- uma panela de fundição que pode ser inclinada em cujo interior a altura excede o maior diâmetro e que é fornecido com
- alcaravizes inferiores de abastecimento de gás, preferencialmente gás inerte, e/ou tijolos de jato inferior,
- pelo menos uma lança fornecendo oxigênio e podendo ser inserida por cima para dentro da panela de fundição,
- com pelo menos uma lança fornecendo um agente redutor contendo carbono, cuja lança pode ser inserida por cima para dentro da panela de fundição,
- e com um dispositivo de aquecimento elétrico, preferencialmen-

te com eletrodos de arco elétrico que podem ser inseridos por cima.

De modo a ser capaz de introduzir a escória a ser tratada no recipiente do reator através de um período de tempo prolongado, um dispositivo de carregamento de escória que pode ser inclinado vagarosamente para a escória líquida é provido, onde a velocidade de inclinação é ajustada para os períodos seguintes ao carregamento da escória líquida que surge das unidades técnicas primárias, especialmente dos conversores (geralmente conversores de LD ou conversores de AOD, respectivamente, no caso de oficinas de aço inoxidável).

Para a introdução da escória solidificada, um dispositivo de carregamento separado provou ser conveniente; de preferência, o dito dispositivo é projetado como uma calha inclinada vibradora ou como um tubo ou como uma combinação de calha inclinada vibradora/tubo.

Vantajosamente, a panela de fundição é equipada com pelo menos uma lança que pode ser introduzida por cima para a injeção de materiais residuais e/ou agentes auxiliares.

De modo a ser capaz de carregar também materiais de alimentação granulados comparativamente grandes, tal como pacotes de refugo, etc., o recipiente do reator é fornecido com uma abertura tornando isso possível. A dita abertura está localizada na tampa do recipiente do reator que vantajosamente também serve para manter uma pressão negativa para a sucção dos gases residuais.

Uma modalidade preferida é caracterizada em que a lança exibe pelo menos uma abertura de descarga para o agente redutor e pelo menos uma abertura de descarga para materiais residuais e/ou agentes auxiliares que é disposta em um nível mais alto.

No seguinte, a invenção é ilustrada em mais detalhes por meio de um diagrama de fluxo mostrado na Figura 1, bem como por meio de várias modalidades exemplares. A Figura 2 ilustra um recipiente de reator de acordo com a invenção em vista lateral, a Figura 3 mostra o dito recipiente em vista superior. A Figura 4 mostra uma vista seccional do recipiente do reator durante a inserção.

Um conversor de trabalhos de aço é indicado por 1, de cujo conversor de trabalhos de aço, por um lado, a escória 2, no caso ilustrado a escória LD, é fundida em uma concha de escória 3 e, por outro lado, o aço 4 é descarregado. Da dita concha de escória 3, a escória 2 entra através de uma concha de transporte 5 em uma plataforma de inclinação 6, que permite que a escória líquida 2 seja tratada para fluir vagarosa e continuamente para dentro de uma panela de fundição vertical que pode ser inclinada 7 pela inclinação da concha de transporte 5.

O carregamento da escória 2 é preferencialmente executado na forma líquida para essas escórias para as quais tal tipo de carregamento é logisticamente possível e razoável. Isso é possível, por exemplo, no caso da escória do conversor (escória LD para o aço C e escória AOD para o aço inoxidável, respectivamente). A razão para esse tipo preferido de carregamento é a vantagem energética como resultado do alto conteúdo de calor da escória líquida 2, envolvendo uma demanda de energia correspondentemente menor para aquecimento e redução dos óxidos de metal.

Um material de fornada de ferro residual 25 está ainda contido na panela de fundição 7 depois da sangria final da escória 2. O dito material de fornada é sangrado completamente somente para trabalhos de conserto, de outra forma pelo menos um reservatório de metal de uma altura suficiente (tipicamente pelo menos de 0,6 m) sempre permanece no recipiente do reator 7. Tipicamente depois de cada um quinto de sangria da escória, o banho de metal adicional que se formou enquanto isso como resultado da redução dos óxidos de metal é sangrado também de modo a não exceder uma altura de banho de metal máxima (tipicamente aproximadamente 1,25 m) e, conseqüentemente, de modo a reter bordo livre suficiente para a formação da escória espumosa.

Durante o período de enchimento na escória líquida 2, uma redução dos óxidos de metal (primariamente FeO_x , além disso, também MnO ; no caso da escória inoxidável também quantidades significativas de Cr_2O_3 e NiO) que estão contidos já ocorre como resultado de uma reação com o carbono dissolvido contido no metal.

A panela de fundição 7 que pode ser inclinada tem uma altura 9 que excede o maior diâmetro interno 8. Ela é provida com um aquecimento de eletrodo 10, bem como com uma ou várias lanças 11 que podem ser inseridas por cima para a injeção dos materiais de alimentação supridos dos recipientes de armazenamento 12 tais como agentes redutores, agentes auxiliares e/ou materiais residuais e/ou minérios, cuja injeção é efetuada com gás inerte, bem como com um dispositivo 13 para tirada de amostra. Essas lanças 11 são providas preferencialmente nas suas extremidades inferiores com aberturas de descarga lateralmente dispostas para as substâncias a serem introduzidas. Alcaravizes de jato 14 para a introdução de um gás inerte, tal como nitrogênio são providos na base da panela de fundição 7. Além do mais, uma lança 15 serve para a injeção de oxigênio. A dita lança alcança somente para dentro da parte superior do espaço interior, isto é, para dentro da escória espumosa que está se formando.

Para a descarga da escória tratada 16 e do material de fornada de ferro tratado 17, a panela de fundição 7 é inclinada e a escória tratada 16 é derramada em uma concha de transporte 18 e a seguir tirada para um dispositivo de granulação 19'. Se o material de fornada de ferro 17 é descarregado, isso é efetuado da mesma forma pela inclinação da panela de fundição 7 depois da descarga da escória 16, cujo material de fornada de ferro 17 é opcionalmente transportado por meio de uma concha de transporte 19 para uma plataforma de tratamento de concha 20 e a seguir para o conversor 1.

Como pode ser observado nas Figuras 2 e 3, os eletrodos 10 penetram centralmente através de uma tampa 21 da panela de fundição 7, cuja tampa serve para sucção do gás residual, enquanto que a lança 15 fornecendo o oxigênio é provida ao lado da abertura 23 provida na tampa 21, conectada em uma linha de descarga 22 e fornecida com um queimador 23'.

Um dispositivo de transporte como esquematicamente ilustrado na Figura 1, por exemplo, uma calha inclinada vibradora 24, serve para a introdução da escória solidificada, por meio de cuja calha inclinada a escória granulosa sólida pode ser introduzida na panela de fundição 7 também sobre

um período de tempo prolongado, preferencialmente pelo período de tempo entre duas operações de fundição.

A Figura 4 ilustra os processos no interior da panela de fundição 7. O dito reator exhibe um material de fornada residual 25 de ferro (ferro gusa) que é complementado por material de fornada de ferro recentemente formado. A escória 2' no estado espumoso está localizada acima do material de fornada de ferro 25. Pode ser observado que uma lança 11 alcança profundamente dentro do interior da panela de fundição 7 e compreende, na sua extremidade inferior, uma abertura de descarga lateral 28 para a introdução do agente redutor 29. A dita extremidade da lança 11 configurada como uma lança de abertura dupla é empurrada para frente para o interior do material de fornada de ferro 25. Acima desse, próximo do nível da superfície limite 26 entre o material de fornada de ferro 25 e a escória 2', a lança 11 tem uma outra abertura de descarga lateral 30 para a introdução de agentes auxiliares e/ou materiais residuais 27 e opcionalmente minérios. A introdução da escória sólida 2" é da mesma forma ilustrada na dita Figura.

A lança de abastecimento de oxigênio 15 se projeta para dentro da região superior da escória espumosa 2' e provê uma pós-combustão do CO se formando durante a redução da escória. Na dita região de altura, uma zona oxidante 32 é formada acima de uma zona redutora 31.

De modo a acelerar a reação, gás inerte, de preferência nitrogênio, é injetado através das alcaravizes de jato 14 inseridas no fundo da panela de fundição 7.

Para controlar a altura da escória espumosa, um dispositivo para medir a altura da escória espumosa é provido, que pode ser realizado por meio de uma câmara, laser ou ultra-som.

A operação da instalação de acordo com a invenção é ilustrada abaixo por meio de dois exemplos.

Exemplo A

As quantidades indicadas de escórias e materiais residuais são quantidades específicas típicas quando elas se acumulam durante a produção de uma 1 tonelada de aço líquido (LS), aço ao carbono tal como, por

exemplo, aço estrutural, de acordo com o processo LD.

As quantidades do agente redutor 29, agentes auxiliares 27 e energia elétrica que são necessários para ele são indicadas também.

Tabela 1: Materiais de alimentação

Nome	Escória de LD	Escória na concha	Escória De-S	Poeira de LD	Poeira de HO	Escamas	Partícula de cinza
Componentes	%	%	%	%	%	%	%
Al ₂ O ₃	2,62	18,72	3,59	0,21	1,73	0,56	19,44
C	0,09	0,00	4,30	1,44	27,41	0,00	10,76
CaO	40,35	41,41	12,60	7,47	5,28	0,00	4,28
Cr ₂ O ₃ (Cr)	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,01
Fe	0,49	0,19	59,32	15,15	1,02	1,49	0,48
FeO	15,20	0,00	4,41	25,55	7,72	63,98	0,97
Fe ₂ O ₃	8,38	0,00	0,00	46,68	45,68	25,78	4,60
MgO	6,16	14,75	3,69	0,31	1,42	0,23	3,19
MnO (Mn)	4,67	0,41	0,82	0,93	1,42	1,36	0,10
NiO (Ni)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00
SiO ₂ (Si)	17,18	22,59	10,66	0,82	6,80	2,39	51,21
TiO ₂ (Ti)	0,53	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85

5 110 kg/t de LS de escória de LD líquida 2 da composição como indicada na Tabela 1 é fundida a partir do conversor de LD 1 em uma concha de escória 3. O conteúdo da dita concha de escória 3 é virado em uma concha de transporte 5. Subseqüentemente, a concha de transporte 5 é montada em uma plataforma de inclinação 6 e a escória líquida 2 é derramada vagarosa e continuamente sobre um banho de metal de ferro-gusa 25
10 em uma unidade de redução semelhante a uma fornalha de autoclave que pode ser inclinada 7.

12 kg/t de LS de escória da fornalha de autoclave 2" e 8 kg/t de LS de escória de dessulfurização (De-S-) são carregados vagarosa e continuamente através de uma calha inclinada vibradora 24 e de um tubo para dentro da panela de fundição 7 (composição também na Tabela 1).
15

A energia (90 kWh/t de LS) exigida para aquecer a escória 2,2" e

para a compensação das perdas de calor bem como para a redução direta endotérmica dos óxidos de metal (especialmente óxido de ferro) por meio do carbono dissolvido é introduzida eletricamente através de três eletrodos 10.

- 5 A redução dos óxidos de metal da escória introduzida 2,2" já ocorre durante o enchimento e aquecimento simultâneo através da redução direta, usando o carbono dissolvido no ferro-gusa líquido 25. O carbono gasto é substituído pela injeção profunda do agente redutor 29, isto é, 4,7 kg/t de LS de poeira de carvão e 2 kg/t de LS de coque, no banho de metal 25
- 10 (análise: ver Tabela 2).

Tabela 2: Agentes redutores

Nome	Carvão	Coque
Componentes	%	%
C	83,18	91,66
Al ₂ O ₃	2,83	1,79
CaO	0,57	0,26
Fe ₂ O ₃	0,74	0,00
MgO	0,45	0,15
SiO ₂	5,20	2,98
TiO ₂	0,16	0,07

- Além do agente redutor 29, os materiais residuais 27 que tipicamente se acumulam em uma operação nos objetos de aço C, isto é, 17 kg/t de LS de poeira de LD, 15 kg/t de LS de poeira de alto-forno e 5
- 15 kg/t de LS de escamas, são injetados com N₂ através das lanças de injeção 11 (composições na Tabela 1). A injeção desses materiais residuais contendo óxido de ferro ocorre próximo da camada limite 26 entre o material de fornada de ferro 25/escória 2 de modo a ampliar a superfície da dita camada limite.

- 20 De modo a ajustar a composição de escória ótima para um aglutinante hidráulico como um substituto da escória, 35 kg/t de LS de partícula de cinza é adicionalmente injetado como um fornecedor de SiO₂.

6 Nm³ de N₂/t de LS são necessários para a injeção pneumática e jato inferior.

A redução acontece em uma temperatura de 1420°C. Na dita faixa de temperatura, uma escória espumosa 2' se forma devido à formação de CO durante a redução. A grande área de contato dos óxidos de metal com as gotículas de metal seletivamente dispersas nele produz uma redução direta eficiente através do carbono dissolvido nas gotículas de metal. De modo a melhorar o equilíbrio de energia e atingir o valor da capacidade de aquecimento elétrico indicado, uma pós-combustão parcial do CO formando durante a redução é efetuada por meio de O₂. 4 kg/t de LS de O₂ são injetados através de lanças de O₂ 15 na terça parte superior da escória espumosa 2' e oxida 25% do CO para CO₂. Esse grau de pós-combustão comparativamente baixo é facilmente controlável e resulta em uma transferência de calor eficiente da energia liberada por meio disso de volta para a escória espumosa 2' e para dentro do material de fornada de metal 25. A injeção de O₂ é executada tal que a dita zona de oxidação 32 é impedida, tanto quanto possível, de se misturar com a zona de redução 31, na qual a redução das partículas de óxido de metal acontece.

Como resultado da combustão completa subsequente, somente CO₂ pode ser encontrado no gás residual, a saber, 45kg/t de LS. Esse é um valor muito baixo que pode ser atingido somente pela redução direta preferida e aquecimento elétrico e de maneira correspondente provê vantagens em vistas das taxas de CO₂ iminentes.

Em 1 kg/t de LS, o conteúdo de poeira é extremamente baixo por causa da injeção profunda de carvão e devido ao efeito de filtro da escória espumosa 2', que representa uma vantagem em termos da descarga e impedimento da poeira no filtro.

Depois da conversão de toda a quantidade da escória de LD 2, com a conclusão da injeção dos materiais residuais restantes 27 e do agente redutor 29 e com a conclusão da redução, uma amostra de escória é retirada e a conformidade com a análise pré-calculada é verificada. A análise alvo

atingida de 125 kg/t de LS da escória 16 que foi produzida é incluída na Tabela 3.

Tabela 3: Produto da escória

Componente	%
CaO	45,60
SiO ₂	33,82
Al ₂ O ₃	10,52
MgO	7,24
MnO	1,20
TiO ₂	0,80
FeO	0,20
Fe_met	0,10
Cr ₂ O ₃	0,20
P ₂ O ₅	0,30
Soma	99,98

5 Subseqüentemente, a temperatura é elevada para 1450°C de modo a obter, por um lado, a temperatura exigida para a granulação subseqüente da escória tratada 16 e de modo a estimular, por outro lado, o depósito das gotículas de metal dispersas da escória espumosa como resultado da viscosidade reduzida. Para essa finalidade, uma latência de 5 minutos é observada.

10 Subseqüentemente, a escória exceto por uma quantidade remanescente é derramada em uma concha de transporte 18 pela inclinação do recipiente do reator 7. O conteúdo da concha de transporte 18 é carregado em um granulador seco 19. A granulação envolvendo uma solidificação rápida e assim semelhante ao vidro é efetuada pela divisão do jato da escória em gotículas finas em um disco de rotação e pelo resfriamento rápido das gotículas finas na corrente do ar.

15 O banho de metal 25 incluindo 54 kg/t de LS de metal obtido da redução (análise: ver Tabela 4) não é sangrado depois de cada tratamento da escória na panela de fundição 7, mas permanece nesse ponto até que bordo livre suficiente para a escória espumosa 2' não seja mais

provido. Tipicamente, esse é o caso depois de cinco tratamentos, entretanto, se necessário, ele pode ser variado através da geometria da panela de fundição 7.

Tabela 4: Produto de metal

Componente	%
Fe	87,11
C	4,00
Mn	6,10
Cr	0,90
Ni	0,01
P	1,44
S	0,04
Soma	99,60

5 Subsequentemente, a panela de fundição 7 é colocada de volta na posição de tratamento, e a próxima batelada de escória de LD 2 é novamente adicionada vagarosa e continuamente. As etapas restantes do processo são também repetidas de acordo com o padrão indicado acima.

10 Seguinte aos cinco tratamentos, também o banho de metal 25, exceto por um reservatório de metal de uma altura de pelo menos 0,6 m, é sangrado e é submetido ao tratamento de De-P. Logo após, o dito banho de metal serve para aumentar a quantidade de ferro-gusa disponível em uma instalação metalúrgica integrada e, portanto, para aumentar a produção, ou
15 para economizar os materiais brutos, energia e produção de CO₂ na instalação de coque das unidades primárias e alto-forno.

Exemplo B

20 As quantidades indicadas de escórias e poeiras são quantidades específicas típicas quando elas acumulam durante a produção de 1 tonelada de aço inoxidável líquido.

As quantidades do agente redutor 29, agentes auxiliares 27 e energia elétrica que são necessários para isso foram calculadas e são indicadas também.

Tabela 1: Materiais de alimentação

Nome	Escória inoxidável	Poeira inoxidável	Partícula de cinza
	%	%	%
CaO	46,13	18,59	4,28
SiO ₂	26,92	7,30	51,21
Al ₂ O ₃	6,30	0,00	19,44
MgO	8,00	3,30	3,19
C	0,00	0,00	10,76
Cr ₂ O ₃	4,20	16,44	0,01
Fe	2,52	0,00	0,48
FeO	3,40	0,00	0,97
Fe ₂ O ₃	0,00	40,28	4,60
MnO	1,50	3,60	0,10
NiO	0,22	3,51	0,00
TiO ₂	0,73	0,00	0,85

317 kg/t de LS de escória inoxidável líquida (AOD) 2 da composição como indicada na Tabela 1 é fundida proveniente do conversor de AOD 1 em uma concha de escória 3. O conteúdo da dita concha de escória 3 é virado em uma concha de transporte 5. Subseqüentemente, a concha de transporte 5 é montada em uma plataforma de inclinação 6 e a escória líquida 2 é derramada vagarosa e continuamente sobre o banho de metal residual contendo Cr/Ni 25 em uma unidade de redução semelhante à fornalha de autoclave que pode ser inclinada 7.

10 A energia (204 kWh/t de LS) requerida para aquecer a escória 2 e para a compensação das perdas de calor bem como para a redução direta endotérmica dos óxidos de metal (especialmente o óxido de ferro, mas também altas quantidades de óxido de cromo e óxido de níquel) por meio do carbono dissolvido é introduzida eletricamente através de três eletrodos 10.

15 A redução dos óxidos de metal da escória introduzida 2 já ocorre durante o enchimento e aquecimento simultâneo através da redução direta, usando o carbono dissolvido no ferro-gusa em liga. O carbono gasto é subs-

tituído pela injeção profunda do agente redutor 29, isto é, 6,1 kg/t de LS de poeira de carvão e 2,0 kg/t de LS do coque, no banho de metal 25 (análise: ver Tabela 2).

Tabela 2: Agentes redutores

Nome	Carvão	Coque
Componentes	%	%
C	83,18	91,66
Al ₂ O ₃	2,83	1,79
CaO	0,57	0,26
Fe ₂ O ₃	0,74	0,00
MgO	0,45	0,15
SiO ₂	5,20	2,98
TiO ₂	0,16	0,07

5 Além do agente redutor 29, os materiais residuais 27 que tipicamente acumulam em uma operação em objetos de aço inoxidável, isto é, 36 kg/t de LS de poeira inoxidável contendo altas quantidades de Cr e Ni, são injetados através de lanças de injeção 11 (composição também na Tabela 1). A injeção ocorre próximo da camada limite 26 entre o banho de metal 10 25/escória espumosa 2' de modo a ampliar a superfície da dita camada limite 26.

De modo a ajustar a ótima composição da escória para um aglutinante hidráulico como um substituto da escória, 70 kg/t de LS de partícula de cinza é adicionalmente injetado como um fornecedor de SiO₂. Vantajosamente, uma partícula de cinza tendo um conteúdo de carbono comparativamente alto é usada.

7 Nm³ de N₂/t de LS são exigidos para a injeção pneumática e jato inferior.

A redução inicialmente acontece com o carbono em uma temperatura de 1430°C. Na dita faixa de temperatura, uma escória espumosa 2' se forma devido à formação do CO durante a redução. A grande área de contato dos óxidos de metal com as gotículas de metal seletivamente dispersas

nesse ponto produz uma redução direta eficiente através do carbono dissolvido nas gotículas de metal.

De modo a melhorar o equilíbrio de energia e atingir o valor da capacidade de aquecimento elétrico indicado, uma pós-combustão parcial do CO formando durante a redução é efetuada por meio de O₂. 4,0 kg/t de LS são injetados através de lanças de O₂ 15 na terça parte superior da escória espumosa 2' e oxida 25% do CO para CO₂. Esse grau de pós-combustão comparativamente baixo é facilmente controlável e resulta em uma transferência de calor eficiente da energia liberada por meio disso de volta para a escória espumosa 2' e para dentro do material de fornada de metal 25. A injeção do O₂ é executada tal que a dita zona de oxidação 32 é impedida, tanto quanto possível, de mistura com a zona de redução 31, na qual a redução das partículas do óxido de metal acontece.

Como um resultado da combustão completa subsequente, somente CO₂ pode ser encontrado no gás residual, a saber, 44 kg/t de LS. Esse é um valor muito baixo que pode ser atingido somente pela redução direta preferida e aquecimento elétrico e de modo correspondente provê vantagens em vista das taxas de CO₂ iminentes.

Em 1,2 kg/t de LS, o conteúdo de poeira é extremamente baixo por causa da injeção profunda de carvão e devido ao efeito de filtro da escória espumosa 2', que representa uma vantagem em termos da descarga e impedimento da poeira no filtro.

Depois da fase de carregamento da escória inoxidável 2, as poeiras inoxidáveis 27 e a partícula de cinza e depois da redução por meio do carbono dissolvido no banho de metal 25, cujo carbono foi substituído pela injeção dos agentes redutores 29, uma amostra de escória é retirada e a conformidade com a análise pré-calculada é verificada. Subseqüentemente, 1 kg/t de LS de Fe75Si é adicionado como um agente redutor mais forte de modo a reduzir os conteúdos dos óxidos fracamente redutíveis, especialmente de Cr₂O₃, e uma latência de 5 minutos é observada. A análise alvo atingida de 354 kg/t de LS da escória 16 que foi produzida é incluída na Tabela 3.

Tabela 3: Produto de escória

Componente	%
CaO	44,59
SiO ₂	35,86
Al ₂ O ₃	9,66
MgO	8,24
TiO ₂	0,80
MnO	0,50
FeO	0,20
Fe_met	0,10
Cr ₂ O ₃	0,02
P ₂ O ₅	0,01
Soma	99,98

Subseqüentemente, a temperatura é elevada para 1460°C de modo a obter, por um lado, a temperatura exigida para a granulação subseqüente da escória tratada 16 e de modo a estimular, por outro lado, o depósito das gotículas de metal dispersas da escória espumosa 2' como resultado da viscosidade reduzida. Para essa finalidade, uma latência de 5 minutos é observada.

Subseqüentemente, a escória exceto por uma quantidade restante é derramada em uma concha de transporte 18 pela inclinação da panela de fundição 7. O conteúdo da concha de transporte 18 é carregado em um granulador seco 19. A granulação envolvendo uma solidificação rápida e assim semelhante ao vidro é efetuada pela divisão do jato da escória em gotículas finas em um disco de rotação e pelo resfriamento rápido das gotículas finas na corrente de ar.

O banho de metal 25 incluindo 50 kg/t de LS de metal obtido da redução (análise: ver Tabela 4) não é sangrado depois de cada tratamento de escória na panela de fundição 7, porém permanece nesse ponto até que bordo livre suficiente para a escória espumosa 2' não seja mais provido. Tipicamente, esse é o caso depois de cinco tratamentos, entretanto, se necessário, ele pode ser variado através da geometria da panela de fundição 7.

Tabela 4: Produto de metal

Componente	%
Fe	58,12
C	5,00
Cr	26,20
Mn	6,77
Ni	3,08
P	0,10
S	0,04
Soma	99,31

Subsequentemente, a panela de fundição é colocada de volta na posição de tratamento, e a próxima batelada de escória de LD 2 é novamente adicionada vagarosa e continuamente. As etapas de processo restantes são também repetidas de acordo com o padrão acima indicado.

Seguinte aos cinco tratamentos, também o banho de metal 25, exceto por um reservatório de metal de uma altura de pelo menos 0,6 m, é sangrado e, se necessário, é submetido ao tratamento de De-P. Logo após, o dito banho de metal serve para aumentar a quantidade de ferro-gusa disponível em uma instalação metalúrgica integrada e, portanto, para aumentar a produção, ou para economizar nos materiais brutos, energia e produção de CO₂ na instalação de coque das unidades primárias e alto-forno.

Uma vantagem principal do processo de acordo com a invenção é a possibilidade de executar um ajuste fino seletivo da escória que foi produzida pela injeção de vários materiais residuais e, se necessário, também agentes auxiliares. De preferência, a demanda para os vários materiais de alimentação é calculada em um modelo de processo com base na análise conhecida dos materiais de alimentação e as quantidades respectivas são injetadas pelo controle dos parâmetros da instalação de injeção. Um exame é executado tirando amostras da escória e banho de metal.

Por um lado, a temperatura pode ser determinada pelo uso de uma lança de temperatura automática (par térmico de imersão). Por outro lado, a temperatura pode ser controlada nesse ínterim, de preferência continuamente, por meio de um pirômetro.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a utilização de escória (2,2") proveniente de conversor de aciaria e contendo partículas de ferro óxido, com um agente redutor (29) sendo adicionado e com partículas de ferro óxido da escória (2,2"), bem como outros óxidos de metal que opcionalmente são providos sendo reduzidos por meio do dito agente redutor (29),
- 5
- caracterizado por uma combinação das seguintes etapas,
- carregamento da escória (2,2") em um recipiente do reator (7), sobre um material de fornada de ferro residual (25) contendo carbono dissolvido,
- 10
- aquecimento elétrico da escória (2) e do material de fornada de ferro residual bem como de um material de fornada de ferro recentemente formado (17) através de um período prolongado de tempo, sendo que o período prolongado de tempo diz respeito ao período de tempo entre um carregamento de escória ou fusão de ferro até o carregamento de escória subsequente,
- 15
- injeção de um agente redutor contendo carbono (29) com gás, por meio de uma lança (11) em uma região próxima da superfície limite (26) entre a escória (2) e o material de fornada de ferro (25) ou diretamente dentro do material de fornada de ferro (25), por meio disso o carbono é dissolvido no material de fornada de ferro (25) e o material de fornada de ferro (25) e a escória (2) são misturados,
- 20
- dissolução do carbono do agente redutor (29) no material de fornada de ferro (25) e
- 25
- redução das partículas de ferro óxido da escória (2), com ferro metálico e CO sendo formados, através de um período prolongado de tempo, sendo que o período prolongado de tempo diz respeito ao período de tempo entre carregamento de escória ou fusão de ferro até o carregamento de escória subsequente,
- 30
- formação de uma escória espumosa (2') pelo CO resultante,
 - introdução de um gás contendo oxigênio ou oxigênio na escória espumosa (2') e pós-combustão de CO para CO₂,

- jateamento inferior do recipiente do reator (7) com gás inerte,
- descarga da escória (16) tratada e opcionalmente
- subsequentemente, a descarga do material de fornada de ferro (17), por meio disso um material de fornada de ferro (25) residual contendo carbono dissolvido é deixado no recipiente do reator (7).

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o recipiente do reator (7) é uma panela de fundição que pode ser inclinada.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela injeção de materiais residuais (27), em particular resíduos de depósito de refugo, poeiras contendo óxido de ferro e pastas fluidas dos processos de purificação de gás, escamas, etc., com o gás, sobre um período prolongado de tempo, sendo que o período prolongado de tempo diz respeito ao período de tempo entre uma retirada de escória ou fusão de ferro até o carregamento de escória subsequente, por meio de uma lança (11), em uma região próxima da superfície limite (26) entre a escória (2') e o material de fornada de ferro (25) ou diretamente dentro do material de fornada de ferro (25), com o material de fornada de ferro (25) e a escória (2') sendo misturados.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pela injeção de agentes auxiliares (27) através do gás, por meio de uma lança (11), para dentro de uma região próxima da superfície limite (26) entre a escória (2') e o material de fornada de ferro (25) ou diretamente no material de fornada de ferro (25), por meio do qual, em cada caso, o material de fornada de ferro (25) e a escória (2') são misturados.

5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que os agentes auxiliares (27) serem um ou mais dentre o grupo formado por bauxita, pó de cal e transportadores de silício.

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que o gás é um gás inerte.

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 5, caracterizado pelo fato de que os materiais residuais (27) e/ou agentes auxiliares (27) são injetados no recipiente do reator (7) em um nível diferente

do agente redutor (29).

8. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os materiais residuais (27) e/ou agentes auxiliares (27) são injetados no recipiente do reator (7) acima da injeção dos agentes redutores (29).

9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a injeção de um agente redutor contendo carbono (29) e/ou de materiais residuais (27) e/ou de agentes auxiliares (27) é efetuada transversalmente contra a superfície limite (26) do material de fornada de ferro (25) presente no recipiente do reator (7) e da escória (2') localizada acima do dito material de fornada de ferro.

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que as etapas do processo a serem realizadas através de uma descarga da escória (2'), bem como opcionalmente do material de fornada de ferro (25) até a descarga subsequente da escória (2') e assim de maneira síncrona.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a injeção de um agente redutor contendo carbono (29) é realizada somente até que o limite de saturação máximo do carbono tenha sido alcançado no material de fornada de ferro (25).

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a introdução de um gás contendo oxigênio ou do oxigênio na escória (2') é realizada na metade superior da altura da escória (2').

13. Processo de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a introdução de um gás contendo oxigênio ou do oxigênio na escória (2') é realizada na terça parte mais superior da altura da escória (2').

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que a injeção dos agentes auxiliares (27) e/ou materiais residuais (27) é realizada em uma região da altura em ambos os lados da superfície limite (26) entre a escória e o material de fornada de

ferro, cuja região de altura se estende sobre um máximo de 25% da altura total da escória, ou em uma região de altura idêntica no material de fornada de ferro (25), respectivamente, ou lateralmente invertida a ela, respectivamente, no material de fornada de ferro (25).

5 15. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a região de altura se estende sobre um máximo de 10% da altura total da escória.

10 16. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que as substâncias (27,29) a serem injetadas são injetadas através de aberturas de descarga laterais (28,30) da lança (11) em uma direção aproximadamente horizontal ou ligeiramente transversal para a superfície limite plana idealizada (26).

15 17. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que o aquecimento elétrico é efetuado através de um arco elétrico e/ou aquecimento de resistência.

18. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, caracterizado pelo fato de que a escória (2) é carregada pelo menos parcialmente em uma forma líquida.

20 19. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que a redução dos óxidos de metal é primariamente efetuada através da redução direta por meio do carbono dissolvido no material de fornada de metal.

25 20. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo uso de agentes redutores alumínio, ferrossilício e carbureto de cálcio.

21. Processo de acordo com a reivindicação 20, caracterizado pelo fato de que o uso de agentes redutores ocorre no estágio final da redução antes da descarga da escória tratada (2').

30 22. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, caracterizado pelo fato de que agentes auxiliares (27) para condicionar as propriedades da escória são adicionados com a conclusão da adição dos agentes redutores (29).

23. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, caracterizado pelo fato de que, além disso, minérios contendo óxido de ferro, minérios finos, minérios de ferro crômico são usados.

5 24. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 23, caracterizado pelo fato de que a altura da escória (2') é medida e medidas corretivas são adotadas se a altura admissível máxima é excedida e um valor limite da altura da escória não é alcançado.

10 25. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 24, caracterizado pelo fato de que um depósito de gotículas de metal da escória (2') é aguardado depois da introdução de materiais residuais (27) e/ou agentes auxiliares (27) e/ou agentes redutores (29) e antes da descarga da escória tratada (2').

15 26. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 25, caracterizado pelo fato de que o tratamento da escória (2) no recipiente do reator (7) é realizado em uma temperatura menor do que para a granulação da escória tratada (2').

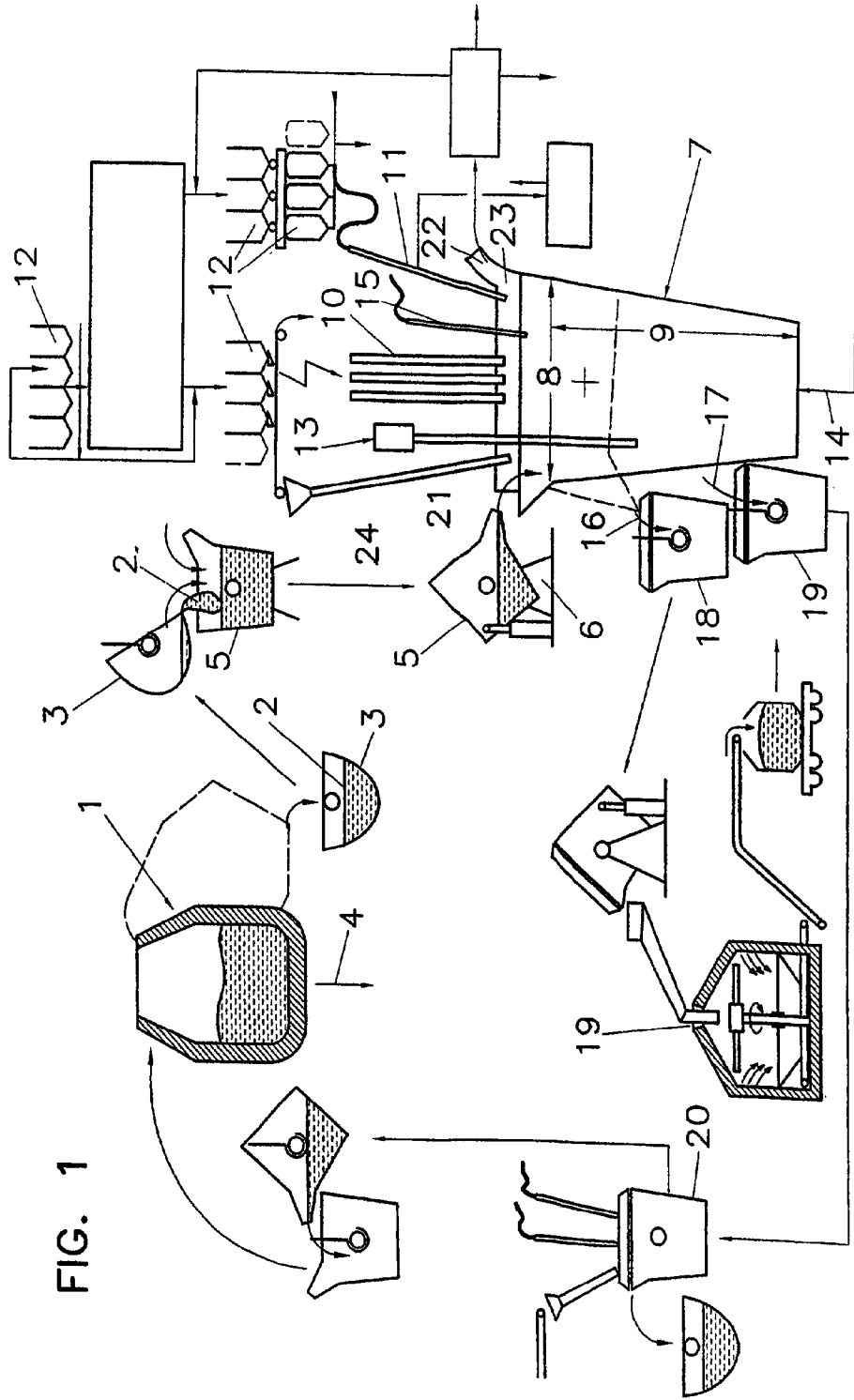
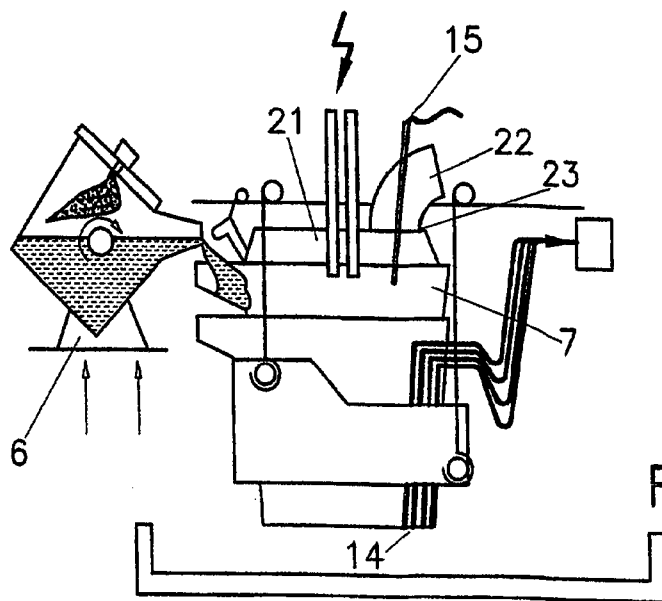
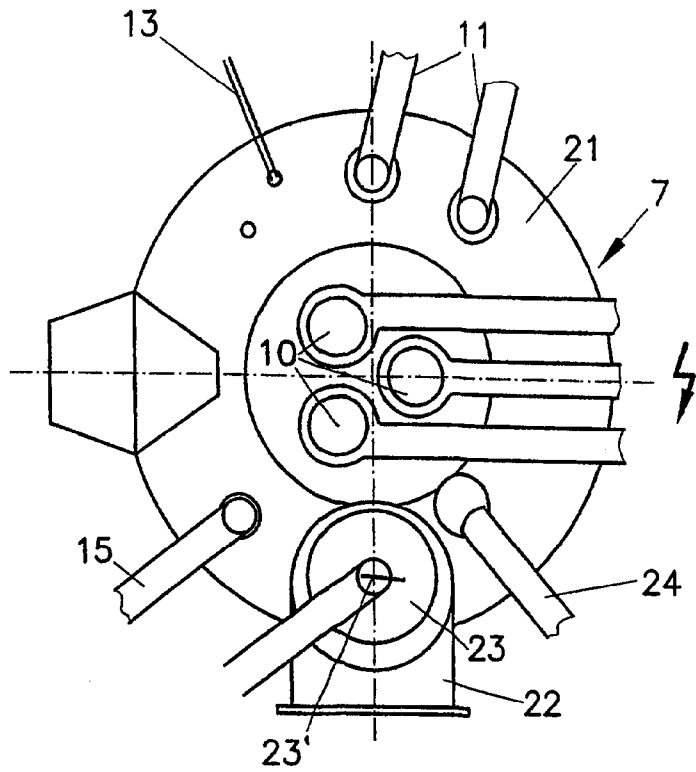


FIG. 3



RESUMO

Patente de Invenção: "**PROCESSO PARA A UTILIZAÇÃO DE ESCÓRIA**".

A presente invenção refere-se a um processo para a utilização de escória (2,2") proveniente de conversor de aciaria e contendo partículas de ferro óxido, a adição de um agente redutor (29) e a redução das partículas do ferro óxido da escória (2,2"), bem como de outros óxidos de metal que opcionalmente são providos é efetuada por meio do dito agente redutor (29).

De modo a atingir uma redução de escória eficiente envolvendo um pequeno gasto de energia e baixos investimentos, o processo é realizado como segue:

- carregamento da escória (2,2") em um recipiente do reator (7) sobre um material de fornada de ferro residual (25) contendo carbono dissolvido, vagarosa e continuamente sobre um período de tempo prolongado,
- aquecimento elétrico da escória (2) e do material de fornada de ferro residual bem como de um material de fornada de ferro recentemente formado (17) através de um período prolongado de tempo,
- injeção de um agente redutor contendo carbono (29) com gás inerte, através de um período de tempo prolongado por meio de uma lança (11) em uma região próxima da superfície limite (26) entre a escória (2) e o material de fornada de ferro (25) ou diretamente dentro do material de fornada de ferro (25),
- dissolução do carbono do agente redutor (29) no material de fornada de ferro (25) e
- redução das partículas de ferro óxido da escória (2), com ferro metálico e CO sendo formados, através de um período prolongado de tempo,
- formação de uma escória espumosa (2') pelo CO resultante através de um período de tempo prolongado,
- introdução de um gás contendo oxigênio ou oxigênio na escória espumosa (2') e pós-combustão de CO para CO₂ através de um período de tempo prolongado,
- jato inferior do recipiente do reator (7) com gás inerte através

de um período de tempo prolongado,

- descarga da escória tratada (16) e opcionalmente

- subseqüentemente a descarga do material de fornada de ferro

(17), por meio disso um material de fornada de ferro (25) residual contendo

5 carbono dissolvido é deixado no recipiente do reator (7).