



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

**(11) PI 0809379-2 B1**



**(22) Data do Depósito:** 04/03/2008

**(45) Data de Concessão:** 18/07/2017

**(54) Título:** PROCESSO METALÚRGICO DE FUNDIÇÃO PARA PRODUZIR FUNDIDOS METÁLICOS E ADITIVO DE TRANSIÇÃO QUE CONTÉM O METAL PARA UTILIZAÇÃO NESTE PROCESSO

**(51) Int.Cl.:** C21C 7/00; C21C 5/00; C22B 3/08; C22B 3/00; C21C 5/32

**(30) Prioridade Unionista:** 29/03/2007 DE 10 2007 015 585.0

**(73) Titular(es):** M.K.N. TECHNOLOGIES GMBH

**(72) Inventor(es):** ULRICH MEYN

**Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "PROCESSO METALÚRGICO DE FUNDÇÃO PARA PRODUZIR FUNDIDOS METÁLICOS E ADITIVO DE TRANSIÇÃO QUE CONTÉM O METAL PARA UTILIZAÇÃO NESTE PROCESSO".**

5        A presente invenção refere-se a um processo metalúrgico de fundição para produzir um fundido com no mínimo um metal base e no mínimo um constituinte de liga adicional em um vaso de fundição, no qual o fundido é coberto com uma escória. A invenção ainda é relativa a uma transição que contém metal, especialmente níquel e/ou aditivo que contém cobalto para produzir níquel e/ou ligas que contém cobalto, no qual dito aditivo está presente na forma de um sólido e é adequado para ser utilizado no processo de acordo com invenção.

10      Para a produção de ligas de ferro ou aços que são enriquecidos por certos constituintes de liga é principalmente requerido adicionar constituintes de liga ao fundido para ajustar a composição do fundido. Tais constituintes podem ser, em particular, níquel, cobalto, porém também vanádio, molibdênio, etc. Para ajustar a composição de ferros-ligas fundidos como ferro-níquel, ferro-cobalto, etc., são utilizados, mas também componentes de óxidos como NiO ou também minérios de níquel como laterita que têm um teor de níquel correspondente. Contudo, a adição destes componentes inclui respectivamente, certas desvantagens.

15      Por exemplo, a provisão de ferros-ligas para o ajustamento do teor dos constituintes das ligas no fundido é relativamente cara e requer grandes quantidades de energia. A utilização de óxidos minerais para o ajustamento da composição do fundido inclui a desvantagem que grandes esforços são muitas vezes requeridos para remover impurezas não desejadas como elementos traço não desejados, tais como fósforo, estanho, arsênico ou, em particular aços, também cobalto, molibdênio, etc., dos minérios. Mesmo por meio de processos de enriquecimento como processos de flotação, tais impurezas não podem ser sempre removidas na extensão desejada. Se constituintes não desejados como fósforo, enxofre, etc., são introduzidos no fundido através de ditos minérios, isto irá resultar em grandes es-

forços para remover os mesmos do fundido, por exemplo, por um tratamento de escória adequado utilizando diversas escórias diferentes, e similares. Além disto, a introdução de minérios nos fundidos metálicos também conduz a outros problemas, especialmente com relação à cinética e à extensão da

5 formação de germes de cristalização, uma vez que ao utilizar minérios as partículas dos aditivos não são sempre dissolvidas no fundido rápido o suficiente e de maneira completa, de modo que as mesmas podem ter efeitos negativos na metalurgia de fundição. Além disto, a introdução de óxidos minerais no fundido provocam uma contribuição negativa para o balanço de

10 energia, uma vez que a fundição dos minérios é fortemente endotérmica. Isto pode conduzir a problemas consideráveis do processo tecnológico é metalúrgico, por exemplo, também para uma formação aumentada de escória de constituintes de liga como cromo. Que elementos se tornarão em escória depende essencialmente das condições térmicas no momento de realizar o processo.

15

É ainda conhecido adicionar diretamente óxidos como óxido de níquel, porém os problemas acima mencionados também irão surgir neste caso. Em adição, óxido de níquel é tóxico e provoca câncer, de modo que sua utilização deveria ser evitada.

20 Tendo em vista o acima, a invenção é baseada no problema de fornecer um processo simples e econômico que permita um controle metalúrgico simples para produzir fundidos metálicos que são enriquecidos por constituintes de liga, e que são preferivelmente cobertos com uma escória, e realizam uma transferência de massa com dita escória. O problema da invenção ainda reside na provisão de um aditivo que pode ser utilizado particularmente de maneira vantajosa em tal processo, e que possa ser produzido a um custo baixo.

25

O problema é solucionado pelo fornecimento de um método de acordo com a reivindicação 1 e de um aditivo de acordo com a reivindicação

30 15.

De acordo com o método da invenção aditivos são utilizados, os quais contém o constituinte de liga a ser enriquecido e um teor elevado de

material volátil que é inócuo a partir do aspecto metalúrgico de fusão, tal como especialmente água e/ou carbonato que têm baixos teores de enxofre e comparados à utilização de minérios de baixo teores de formadores de escória tais como óxidos de cálcio e/ou de magnésio, etc., bem como teores elevados do respectivo constituinte de liga. Água pode estar presente, especialmente no mínimo substancialmente ou praticamente de maneira exclusiva como uma água quimicamente ligada na forma de cristal de água e/ou grupos hidróxido. Tais aditivos podem ser obtidos especialmente por meio de processamento de minérios, por exemplo lixiviando minérios de laterita, desde que os constituintes a serem ligados sejam níquel e/ou cobalto. Se necessário, esta lixiviação pode ser trabalhada novamente para separar ainda constituintes não desejados e onde apropriado os constituintes de liga desejados também podem ser separados dessas lixiviações por meio de precipitação. Os respectivos precipitados podem ser então separados e secos, especialmente para obter aditivos que possam ser transportados de maneira pneumática ou por gravidade. Se necessário, aditivos que foram obtidos desta maneira podem ser calcinados ou pré-calcinados em uma etapa separada, para reduzir o teor dos constituintes que volatilizam durante a adição do aditivo ao fundido, tal como água quimicamente ligada, por exemplo, na forma de cristal de água e/ou grupos de hidróxido e/ou carbonato, sem que isto seja necessário todo o tempo. O teor de constituintes não desejados que não são constituintes de liga nem constituintes que volatilizam durante a adição do aditivo ao fundido nem formadores de escória, pode ser ≤ 15-20 % em peso, ≤ 5-10 % em peso, ou também ≤ 2-3 % em peso, referindo ao aditivo que é utilizado.

De maneira surpreendente mostrou-se que tais aditivos que têm um teor muito elevado de constituintes que volatilizam no fundido durante o fornecimento do aditivo ao fundido, pode ser utilizado em tais processos e oferecem vantagens tais como a produção de fundidos relativamente puros, vantagens metalúrgicas tais como apenas pouca formação de escória de outros constituintes de liga, baixo custo de produção do respectivo fundido e dos materiais produzidos a partir dele. Surpreendentemente foi descoberto

que tais processos são controláveis a despeito de efeitos que ocorrem com a calcinação dos aditivos fornecidos, tal como a geração de quantidades gigantescas de vapor de água ou outros gases voláteis como CO<sub>2</sub>. Isto se aplica particularmente quando o aditivo é fornecido a partir da região superior

5 do vaso de fundição, isto é, a partir do lado da escória. O processo de acordo com a invenção pode ser aplicado especificamente quando ferro é o material base do fundido, isto é, o constituinte principal de liga do mesmo, ou onde o fundido normalmente contém ≥10- 20 % em peso de ferro ou é ferroso, porém também para outros materiais base que podem ser normalmente

10 metais de transição. O método é particularmente adequado para a produção de aços, inclusive aços de liga baixa, média e elevada. Os aços preferivelmente têm um teor de carbono elevado, por exemplo, ≥ 1,5% em peso, ≥ 1,75-2% em peso ou ≥ 2,25-2,5 % em peso ou ≥ 2,75-3% em peso de carbono, referido ao teor de carbono do fundido para o qual o aditivo é introduzido ou referido ao produto final do respectivo método de produção de aço,

15 como realizado no respectivo vaso de fundição. O teor de níquel do fundido resultante depois de interromper a adição de um aditivo que contém níquel, pode ser ≥ 1,5-1,75% em peso, ≥2-2,75% em peso, ou ≥ 3-4% em peso, por exemplo, aproximadamente 5% em peso ou mais elevado. O processo de acordo com a invenção pode ainda ser utilizado preferivelmente na produção

20 de pré-ligas de Cr-Fe ou Cr-Fe-Ni que podem ter um teor de cromo ≥ 30-35% em peso; ≥ 40-45% em peso, ≥ 45-50% em peso ou ≥ 40-45% em peso de cromo, no qual o teor de carbono do fundido na etapa de processo de adicionar o aditivo de acordo com invenção ou do produto final pode ser ≥ 2-

25 3% em peso, ≥ 3,5-4% em peso, ≥ 4,5-5% em peso, e no qual o fundido é preferivelmente produzido em um processo de conversor. O teor de carbono principalmente monta ≤ 8-10% em peso. Através do método de acordo com a invenção principalmente uma descarburação do fundido tem lugar. Daí, a adição de aditivo de acordo com a invenção é principalmente efetuada durante um processo de descarburação realizado por meio de uma lança de sopragem ou durante um processo de refinação, ou diretamente antes ou

30 depois do mesmo.

Normalmente a adição de aditivo de acordo com a invenção é preferivelmente efetuada durante uma fase principal de descarburação do respectivo processo de fabricação de aço, ou de fabricação da respectiva liga. Consequentemente, o aditivo que é utilizado de acordo com a invenção 5 é preferivelmente fornecido para derreter fundidos que ainda devem ser descarburizados com uma descarburação tendo lugar durante o suprimento de aditivo.

Preferivelmente o aditivo a ser ligado é introduzido no respectivo espaço superior do vaso de fundição ou conversor, isto é, a partir de cima da escória que cobre o fundido, com a saída do aditivo do dispositivo de alimentação sendo preferivelmente espaçada da escória, de modo que o aditivo tem que assumir seu caminho através da atmosfera no sentido da escória ou no sentido do fundido. Preferivelmente o aditivo, que está presente como um material sólido, é fornecido diretamente dentro do fundido metálico por meio 10 de uma corrente de gás sob a produção de um ponto de queima livre de escória do fundido metálico. Isto se aplica de maneira particular à utilização de aditivos de Ni e/ou que contém Co, porém no caso também a outros metais de transição, especialmente V, Mo. Consequentemente, o ponto de queima do fundido metálico (superfície do banho de fundição) é produzido pelo fato 15 que a escória é completamente deslocada pela corrente de gás no lugar onde ela se choca, de modo que o aditivo - em consideração à sua calcinação durante alimentação a partir do dispositivo de alimentação para o fundido - pode contatar diretamente o fundido metálico sem ser necessário atravessar a escória. Neste caso provou-se vantajoso com relação à transformação me- 20 talúrgica de fusão do aditivo e a liga que o ponto quente tenha temperatura que é uma tão elevada quanto possível, por exemplo desde  $\geq 1750^{\circ}$  até  $1800^{\circ}\text{C}$  ou preferivelmente  $\geq 2000^{\circ}$  até  $2200^{\circ}\text{C}$ , ou  $\geq 2400^{\circ}$  até  $2500^{\circ}\text{C}$  e mesmo mais preferivelmente temperaturas de  $\geq 2600^{\circ}\text{C}$ . Devido a estas 25 temperaturas de ponto de queima muito elevadas (isto é, temperaturas do fundido no ponto de queima) a incorporação de constituintes de liga a partir do aditivo para o fundido é extremamente rápida.

A calcinação do aditivo pode ser controlada especialmente pela

velocidade de transporte do aditivo no sentido do fundido, de tal maneira que a mesma tem lugar apenas no momento da ou depois da descarga a partir do dispositivo de alimentação, o qual é principalmente projetado como uma lança. Neste caso a calcinação pode ter lugar parcialmente ou de maneira predominantemente durante a transferência da lança até a superfície de fusão, porém também por uma parte significativa ou uma parte predominante no ponto de queima, isto é, a superfície de fundição que foi exposta pelo bocal de injeção, ou na zona de impacto do aditivo fornecido no banho de fundição, onde o banho de fundição forma um oco. Os processos de calcinação endotérmica do aditivo consequentemente têm lugar antes da entrada do aditivo no fundido ou diretamente no ponto de queima ou na zona de impacto, de modo que uma dispersão extremamente fina dos aditivos tem lugar durante a calcinação é antes de sua absorção pelo fundido. Assim os gases de calcinação penetram no fundido metálico apenas até uma extensão muito pequena ou praticamente nenhuma, e uma calcinação do aditivo na região do bocal, isto é, antes de deixar o local da lança, ou similar, é evitada. Finalmente, o orçamento de energia do processo de produção é muito melhor controlável, fato que também fornece vantagens relativas ao gerenciamento de processo, especialmente também com relação a evitar a formação de escória de certos constituintes de liga, por exemplo, como cromo e com relação à metalurgia do fundido em termos de germes de cristalização introduzidos através da calcinação do aditivo. Isto é verdadeiro também, por exemplo, com relação a uma possível injeção por bocal dos aditivos por bocais abaixo do banho que penetram no fundido abaixo da escória.

O aditivo que contém os elementos de liga é fornecido para o fundido preferivelmente em uma corrente de material sólido que é circundada por uma corrente de gás. Com isto é possível impedir de maneira eficaz a formação de um ponto de queima no fundido e uma interação ou uma reação química com a escória. Ao mesmo tempo a corrente de material sólido pode ser focalizada ou ajustada em seu diâmetro. Além disto, devido à camisa de gás, a profundidade de penetração do aditivo no fundido metálico ou a localização da aproximação pode ser controlada de maneira independente

do suprimento de material sólido, e/ou o escapamento de poeiras como, por exemplo, poeiras de óxido de níquel a partir da corrente de material sólido pode ser impedido. Além disto, constituintes voláteis como  $H_2O$ ,  $CO_2$  e similares, que são produzidos durante a calcinação, são impedidos de escapar, 5 fato que é desejado em certos gerenciamentos de processo. O cerco da corrente de material sólido pelo gás ou a corrente de gás de transporte consequentemente tem lugar preferivelmente a partir do dispositivo de alimentação, especialmente uma lança de gás para cima e para o interior do ponto de queima. Preferivelmente o dispositivo de transporte ou a lança é resfriado, 10 especialmente resfriado com água. Se necessário, o gás circundante pode ao mesmo tempo ser o gás de transporte para a corrente de material sólido. Preferivelmente o gás de transporte é inerte em relação ao aditivo, no mínimo até ele sair do dispositivo de alimentação, por exemplo, uma lança, ou ele é completamente inerte sob as condições do processo. O gás de 15 transporte pode ser preferivelmente ar que é enriquecido por nitrogênio ou outros gases inertes, ou pode ser diretamente nitrogênio ou um gás inerte diferente, como argônio. Preferivelmente o gás de transporte não apresenta um teor de oxigênio que é aumentado comparado ao ar.

A lança pode incluir, em uma maneira conhecida por si mesma, 20 um tubo central para alimentar materiais sólidos e em seu exterior radial outro tubo que é arranjado de maneira coaxial e tem um diâmetro maior, ou ele pode incluir um arranjo preferivelmente substancialmente circular de diversos bocais de saída para o gás circundante. Os bocais de saída da corrente de material sólido e/ou o gás circundante podem ser formados em particular 25 como bocais Laval. O gás de transporte que é possivelmente utilizado deixa o tubo central juntamente com os materiais sólidos. A lança também pode incluir uma camisa resfriada com água.

O dispositivo para alimentar ou injetar no bocal os aditivos de acordo com a invenção por meio de bocais pode ser construído na maneira 30 de um sistema fechado, de modo que qualquer contato humano com o material é evitado. Isto é importante acima de tudo no caso de aditivos que contém níquel. Em um sistema pneumático um silo pode ser carregado por um

dispositivo de transporte auxiliado por ar pressurizado, e as poeiras podem ser ainda alimentadas por meio de vasos de pressão do dispositivo de alimentação ou da lança. Os aditivos que deixam a lança são envolvidos por uma corrente de gás para minimizar perdas de aditivos também neste caso.

5           Além disto, devido ao fato que a calcinação dos aditivos é controlada de tal maneira que a mesma tem lugar no momento de, ou depois de deixar o dispositivo de alimentação ou lança (porém preferivelmente não antes) o calor de descarga existente a partir dos gases de descarga que sobem, e calor de radiação a partir do banho, bem como a partir das paredes  
10          circundantes do vaso de fundição ou do conversor, pode ser utilizado para a calcinação dos aditivos.

Em certos processos de fabricação metalúrgicos o efeito endotérmico que resulta da calcinação pode ser também utilizado de maneira seletiva de forma deliberada para reduzir a temperatura do banho. Para esta  
15          finalidade o gás envolvente que contém oxigênio e/ou o gás de transporte, por exemplo, pode ser substituído parcialmente ou inteiramente por gases inertes. A reação de descarburação fortemente exotérmica que tem lugar como resultado da reação dos gases que contém oxigênio com o carbono do fundido, irá então permanecer parcialmente ou completamente não feita.  
20          Será entendido que o suprimento de gás pode ser também realizado em uma maneira tal, para com isto efetuar um controle da temperatura do fundido em um processo predeterminado, em cujo processo o teor de oxigênio do gás envolvente e/ou do gás de transporte é avaliado em uma localização diferente, que depende de parâmetros de processo do processo de fabricação tal como, por exemplo, a temperatura do ponto de queima e/ou a temperatura do fundido. De acordo com a demanda, o teor de oxigênio do gás de transporte e/ou envolvente pode ser aumentado e o teor de gases inertes diminuído, ou vice-versa. Daí o aditivo a ser utilizado de acordo com a invenção poder ser fornecido ao fundido durante a fase de refinação do processo metalúrgico, especialmente durante a fase principal de refinação.  
25  
30

A corrente de gás envolvente pode conter  $\geq 25\%$  em peso ou  $\geq 50\%$  em peso ou  $\geq 75\%$  em peso de oxigênio, em certas variantes do pro-

cesso, de maneira permanente ou temporária também  $\geq 80\%$  em peso,  $\geq 90\%$  em peso ou  $\geq 95\%$  em peso ou também  $\geq 98\%$  em peso de oxigênio, ou a corrente de gás envolvente pode praticamente ser oxigênio puro. O teor de oxigênio da corrente de gás envolvente pode ser  $\leq 95$  até  $98\%$  em peso, 5 onde apropriado  $\leq 80$  até  $90\%$  em peso ou também  $\leq 60$  até  $70\%$  em peso, onde apropriado  $\leq 50$  até  $25\%$  em peso. O teor de oxigênio do gás envolvente e também do gás de transporte pode ser ajustado pela utilização de gases inertes, por exemplo, até  $\leq 10$  até  $20\%$  em peso ou  $\leq 5\%$  em peso do gás, ou praticamente gases inertes puros podem ser utilizados. O gás inerte a ser 10 utilizado depende das respectivas condições do processo, ele pode ser nitrogênio, por exemplo, preferivelmente argônio. Uma vez que também a temperatura do banho diminui devido à reação de calcinação fortemente endotérmica dos aditivos utilizados, inclusive frações elevadas de componentes de calcinação voláteis, e uma vez que os produtos de calcinação voláteis 15 como, por exemplo, vapor de água e/ou  $\text{CO}_2$  ou produtos de reação do mesmo como oxigênio, hidrogênio e CO provocam uma redução da pressão parcial do oxigênio e/ou dos produtos de reação no ponto de queima, é possível, de acordo com o processo da invenção, também fornecer a mistura de gases inertes para controlar a temperatura do banho e/ou do ponto de queima. 20

Preferivelmente o gás de transporte e/ou o gás envolvente têm uma composição tal que o mesmo é inerte também em relação à calcinação da substância intermediária, isto é, nenhuma ou somente uma reação secundária do gás de transporte e/ou envolvente com a substância intermediária e/ou com seus produtos de calcinação tem lugar, ou que nenhum ou praticamente nenhum calor de reação é liberado. Isto deveria se aplicar genericamente de maneira preferível ao período de tempo antes da saída do aditivo do dispositivo de alimentação, por exemplo, uma lança. 25

Juntamente com no mínimo um aditivo que contém no mínimo 30 um outro constituinte de liga, materiais sólidos adicionais podem ser alimentados para o fundido se necessário, por exemplo, outros constituintes de liga que podem ser do tipo convencional como ferros-liga e/ou substâncias for-

madoras de escória como compostos de cálcio e/ou magnésio (por exemplo, CaO, MgO, dolomita, etc.), silicatos ou quartzo, sem serem limitados a estes. O teor destes outros materiais sólidos na corrente de aditivo pode ser  $\leq$  50% em peso, preferivelmente  $\leq$  20-25% em peso ou  $\leq$  10-20% em peso, em particular também  $\leq$  5-9% em peso ou  $\leq$  2-4% em peso. Onde apropriado a corrente de aditivo pode ser livre de tais materiais sólidos adicionais.

A corrente de aditivos fornecida para o fundido pode ainda incluir materiais sólidos ou constituintes como por exemplo carbonetos, hidrocarbonetos, em uma forma sólida, líquida, ou gasosa, outros agentes de redução como, por exemplo, ferro-silício, alumínio, ferro-alumínio, etc. Preferivelmente, contudo, o aditivo a ser ligado contém  $\leq$  10% em peso, ou  $\leq$  5% em peso de tais materiais sólidos ou agentes de redução, preferivelmente  $\leq$  2 até 3% em peso ou  $\leq$  % em peso. A corrente de aditivos no caso inclusive de componentes gasosos nela contidos e/ou a corrente de gás envolvente pode também ser livre de carbono (conformado em partículas) hidrocarbonetos e/ou outros agentes de redução. Daí, a lança que é utilizada para alimentar os aditivos não atua ou atua somente em uma extensão menor como um tipo de um queimador, e reações possíveis devem ter lugar fora da lança.

O aditivo que é utilizado e que pode apresentar um teor elevado de água ligada quimicamente pode ser preparado de maneira adequada para o transporte pneumático e/ou transporte por gravidade. O teor de água livre meramente ligada fisicamente (umidade residual) pode, neste caso, somar até  $\leq$  5% em peso, preferivelmente  $\leq$  2-3% em peso ou  $\leq$  1% em peso, referido ao peso total do aditivo. Onde apropriado, outras maneiras podem ser escolhidas para implementar o transporte e/ou alimentação para o fundido.

O aditivo pode consistir em  $\geq$  60-70% em peso,  $\geq$  75-80% em peso ou  $\geq$  85-90% em peso ou também  $\geq$  95% em peso dos constituintes (1) constituintes de liga desejados para o uso pretendido (2) material volátil sem propriedades metalúrgicas de fundição e (3) formadores de escória.

O aditivo que é utilizado e que está presente na forma sólida pode ter uma média de tamanho de grão máximo de  $\leq$  10 mm,  $\leq$  3-5 mm ou

similar e onde apropriado ele pode também estar presente em uma forma mais finamente dissipada, como na forma de um pó por exemplo, com tamanhos de grão de  $\leq 0,5\text{-}1$  mm ou na forma de poeiras. Se necessário, o aditivo também pode estar presente na forma compactada ou aglomerada, por 5 exemplo em uma forma de tijolo, pélete ou granulada, onde os tijolos, pelo-  
tas etc., são capazes de explodir e dissipar de forma fina sem auxílio, devido à reação de calcinação e à vaporização de água e/ou  $\text{CO}_2$  durante a sua alimentação para o ponto de queima.

O método de acordo com a invenção pode ser, de maneira parti-  
10 cular, um processo AOD. O vaso de fundição pode ser um descarburizador de argônio oxigênio, um conversor Creusot-Loire-Uddeholm (CLU), um con-  
versor de vácuo-oxigênio (VOD), ou um conversor Cr. Onde apropriado o vaso de fundição pode ser um conversor BOP ou Q-BOP. Possivelmente, embora menos preferivelmente, o processo pode ser um processo de eletro-  
15 aço, por exemplo um processo de forno elétrico a arco leve.

Os constituintes de liga que devem ser trazidos para ajustar a composição do banho de fundição podem ser fornecidos para  $\geq 5\text{-}10\%$  em peso ou  $\geq 20\text{-}25\%$  em peso ou  $\geq 30\text{-}45\%$  em peso ou  $\geq 40\text{-}50\%$  em peso através dos aditivos de acordo com a invenção, que inclui frações elevadas 20 de água ligada quimicamente ou constituintes de calcinação. Onde apropriado também  $\geq 75\%$  em peso ou aproximadamente 100% em peso dos constituintes de liga podem ser fornecidos através dos aditivos que são utilizados de acordo com a invenção.

Dependendo do tamanho do vaso de fundição ou conversor, a 25 corrente de aditivos pode se somar até  $\geq 100$  kg/min, preferivelmente 200-500 kg/min ou ainda mais, respectivamente referidos a um fundido de 100 até 120 toneladas de peso de metal, isto é, sem o peso da escória, o que se aplica de maneira análoga também a massas de fundição mais elevadas.

Fornecer aditivos que contém água de forma elevada de acordo 30 com a invenção provou de maneira particular com relação a aditivos que contém níquel e/ou cobalto, sem estar limitada a mesma. Consequentemente, a descrição a seguir se refere a aditivos que contém níquel. Será enten-

dido que a menos que descrito de outra maneira isto se aplica de maneira análoga a aditivos que contém Co ou outros aditivos que contém diferentes constituintes principais de liga, por exemplo Mn, Mo ou Cr..

Consequentemente o aditivo que deve ser utilizado no processo 5 de acordo com a invenção pode ser obtido dissolvendo ou lixiviando os constituintes de liga relevantes, particularmente metais de transição a partir de um minério, a partir de um minério adequadamente processado, ou genericamente a partir de um produto que contém os constituintes de liga e que pode, por exemplo, ser um material de descarte. Depois de ter transferido o 10 respectivo constituinte de liga do qual o teor deve ser aumentado no fundido metálico para o estado dissolvido, o mesmo pode ser precipitado por meio de agentes apropriados, por exemplo, por agentes alcalinos tais como MgO e CaO, dolomita, etc., que podem ser utilizados como uma lama onde apropriado, amônia ou sais de amônio e/ou carbonato ou similar. Dependendo da 15 respectiva aplicação, a precipitação pode ter lugar em temperaturas aumentadas ou na temperatura ambiente, em casos excepcionais também sob resfriamento. Consequentemente, o precipitado resultante pode ser um hidróxido que contém água, carbonato, ou um hidróxido/carbonato misturado. Normalmente a precipitação do metal de transição que forma o constituinte de 20 liga tem lugar sem a utilização de agentes de precipitação que contém enxofre, ou sem agentes que conduzem a uma introdução de enxofre para o precipitado a ser obtido. Consequentemente, o constituinte de liga é normalmente precipitado de tal forma que o aditivo resultante definitivamente ou praticamente consiste exclusivamente em constituintes que durante a calcinação do aditivo, quando o mesmo é transferido para o espaço superior do 25 vaso de fundição libera separado do constituinte de liga definitivamente ou praticamente de maneira exclusiva componentes voláteis tais como H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, etc., que são inócuos comparados a gases que contém enxofre, como SO<sub>2</sub> do aspecto metalúrgico de fundição e/ou componentes de formação de 30 escória.

Onde apropriado, a solução que contém o constituinte de liga pode ser processada depois de dissolver ou lixiviar o minério ou outro mate-

rial adequado, para remover certos componentes como impurezas. Será entendido que o enriquecimento do metal de transição a partir da respectiva fonte pode no caso ser efetuado em uma maneira diferente, por exemplo, por meio de processos de extração, embora o mesmo seja menos preferido.

5 Daí em diante o aditivo pode ser tratado de tal maneira que ele pode ser transportado de maneira pneumática ou por gravidade. Para esta finalidade o aditivo pode incluir uma umidade residual em água ligada fisicamente, de  $\leq 5\%$  em peso, preferivelmente  $\leq 1$  a  $3\%$  em peso. Será entendido que a umidade residual a ser ajustada depende das respectivas condições do processo.

10 O aditivo que está pronto para ser utilizado pode ter um teor de  $\geq 10$ - $15\%$  em peso,  $\geq 10$ - $15\%$  em peso,  $\geq 10$ - $20\%$  em peso, ou também  $25$ - $30\%$  em peso de componentes metalurgicamente inócuos tais como  $H_2O$  e/ou  $CO_2$ , que são voláteis durante a calcinação, por exemplo, também  $30$ - $15\%$  em peso, ou  $35$ - $40\%$  em peso. O teor destes componentes preferivelmente é  $\leq 65$ - $70\%$  em peso, por exemplo,  $\leq 65$ - $70\%$  em peso,  $\leq 60$ - $65\%$  em peso,  $\leq 55$ - $60\%$  em peso, ou  $\leq 55$ - $60\%$  em peso. Aqui a água ligada quimicamente pode estar presente, particularmente na forma de cristal de água e/ou grupos de hidróxido. Onde apropriado aditivo pode ser pré-calcinado para já remover, por exemplo, uma parte do cristal de água ligada quimicamente, embora tal etapa não seja necessariamente requerida. Os fatos anteriormente mencionados podem se aplicar respectivamente e também genericamente dentro do escopo da presente invenção.

15 É particularmente preferido um constituinte essencialmente metálico ou constituinte principal do aditivo do qual o teor deve ser aumentado no fundido metálico, no mínimo um ou mais metais de transição. O metal de transição com o teor o mais elevado, ou metais de transição, podem estar presentes individualmente ou todos juntos em uma quantidade  $\leq 60$ - $70\%$  em peso referido ao teor total de metal do aditivo, no qual, neste caso, todos os materiais inclusive de Fe e metais formadores de escória como Ca, Mg, etc., 20 estão compreendidos. O metal ou metais de transição são preferivelmente aqueles metais que representam óxidos redutíveis sob as condições atuais

do processo, quando em contato com o fundido, ou depois da introdução no fundido, de modo que no mínimo um metal de transição se funde no fundido em uma forma metálica por meio de uma reação metalúrgica de fusão com o fundido. Consequentemente, o fundido atua de maneira redutiva sobre o óxido metálico de transição que é gerado pela calcinação do aditivo, ou possivelmente atua de maneira redutiva no próprio aditivo. Preferivelmente o metal de transição que está presente em uma forma de óxido e/ou metálica, apresenta uma pressão de vapor que não é excessivamente elevada, ou que pode ser praticamente desprezada, de modo que perdas provocadas pelo metal que evapora e/ou óxido metálico são evitadas ou mantidas pequenas. Isto também compreende perdas que são provocadas por uma descarga de material do óxido metálico ou também do próprio aditivo devido aos gases de calcinação que escapam. Um constituinte essencial ou um constituinte principal do aditivo pode ser no mínimo um metal de transição como, por exemplo, Ni, Co, V, Mo, Mn, Cr, Ti, Zr, W, Nb, Ta ou combinações deles, e preferivelmente o metal de transição é Ni, Co, Mo, ou V, especialmente Ni ou Mo. Onde apropriado, Ni e Co podem estar presentes em combinação, onde Ni ou Co podem ser o constituinte principal.

Para a produção de níquel e/ou de aditivos que contém cobalto, é particularmente vantajoso aplicar lixiviação de minérios de laterita ou minérios como laterita, por exemplo, saprolita. Porém é preferido o produto que é erodido ao máximo, a saber, laterita. Em minérios lateríticos de níquel dois tipos podem ser diferenciados, a saber, minério de Ni-limonita que é muito rico em ferro com 1 até 2% em peso de níquel ligado a goetita ou minérios de níquel-silicato que frequentemente contém mais do que 2% em peso de níquel que nos silicatos é especialmente ligado a uma serpentina. Será entendido que também outros metais de transição, outras fontes adequadas e particularmente também minérios podem ser utilizados.

Para lixivar Ni/Co, ácidos podem ser utilizados, em particular, por exemplo, ácido sulfúrico. A lixiviação é efetuada preferivelmente por lixiviação empilhada. A lixiviação pode ser realizada normalmente em pressão atmosférica ou em uma pressão aumentada, por exemplo, por lixiviação áci-

da em pressão elevada. Onde apropriado também outros processos tais como processos de lixiviação biológica, lixiviação com amônio/amoníaco e similares podem ser utilizados. Isto pode se aplicar de maneira genérica também a outros metais de transição que são obtidos a partir de minérios ou 5 outras fontes. Preferivelmente a lixiviação é realizada sem a utilização de sulfetos e/ou cloretos, fato que também se aplica a outras etapas de método para a produção do aditivo.

A partir da solução resultante cobalto filtrado pode ser separado antes por métodos adequados, por exemplo, por meio de agentes complexantes adequados como ácidos fosfônicos, etc. Isto se aplica também genericamente à separação de outros componentes não desejados, bem como constituintes de liga não desejados, ambos para a produção de aditivos que contém níquel ou também outros aditivos que contém metais de transição.. Se necessário, níquel e cobalto podem daí em diante ser lixiviados também 15 em comum para produzir assim chamados precipitados misturados (MHP). Isto se aplica de maneira análoga a outros precipitados de metal de transição misturados.

O aditivo que contém níquel pode ter um teor de níquel de  $\geq 5$ -10% em peso, por exemplo,  $\geq 15-17$ % em peso, ou  $\geq 20$  até 23 % em peso, 20 onde apropriado também  $\geq 25$  até 27% em peso, inclusive do teor de umidade residual ou respectivamente referido a uma substância que tem uma umidade residual de aproximadamente 0% em peso. O teor de níquel tipicamente é  $\leq 50-55$ % em peso ou também é  $\leq 40-45$ % em peso, porém ele pode também montar até aproximadamente 60-65 % em peso ou maior. Estas 25 especificações são relativas ao aditivo que deve ser utilizado no processo metalúrgico de fundição. Isto pode se aplicar também de maneira correspondente a aditivos que contém cobalto ou outros aditivos com metais de transição do metal de transição do primeiro período como V, etc., inclusive de aditivos misturados com dois ou mais constituintes de liga como aditivos 30 No/Co, e fatos correspondente se aplicam a metais de transição de períodos mais elevados como, por exemplo Mo, em consideração à relação dos pesos atômicos do metal de transição do período mais elevado do que aquele do

primeiro período, como por exemplo Ni.

As especificações seguintes se relacionam particularmente a um aditivo que contém Ni/Co que é produzido especialmente por meio de lixiviação de laterita. Porém estas especificações também podem ser válidas de maneira genérica dentro do escopo da invenção.

O aditivo pode ser água ligada quimicamente na forma de cristal de água e/ou grupos de hidróxido em uma fração de  $\geq$  5-10 ou mais até 11% em peso ou  $\geq$  15 até 21% em peso, possivelmente também  $\geq$  25 até 30% em peso ou  $\geq$  35 -40% em peso, o que pode também se aplicar genericamente a aditivos que podem ser utilizados dentro do escopo da invenção. Preferivelmente o aditivo não contém mais do que 50-55% em peso ou 60- 65% em peso de água, inclusive de água na forma ligada. Se o aditivo está presente como um carbonato ou hidróxido/carbonato misturado, o teor respectivo é válido de maneira correspondente para o teor de CO<sub>2</sub> e/ou a água ligada quimicamente.

O teor de enxofre do aditivo preferivelmente monta a  $\leq$  5-10% em peso, em particular  $\leq$  4% em peso ou  $\leq$  2-3% em peso. Preferivelmente o teor de enxofre é  $\leq$  0,5-1% em peso ou  $\leq$  0,2 a 0,3% em peso. Isto pode se aplicar de maneira análoga também ao teor de cloro e pode também ser verdadeiro de maneira genérica dentro do escopo da invenção.

Se o aditivo deve servir apenas para fazer liga de níquel, vanádio e/ou molibdênio no fundido, o teor de cobalto preferivelmente monta a  $\leq$  2,5-2% em peso,  $\leq$  1,75-1,50% em peso ou  $\leq$  1,5-1% em peso. Isto se aplica especialmente onde o aditivo serve para formar liga com níquel e onde, por exemplo, níquel está presente como um constituinte principal. O teor de cobalto portanto não é crítico em relação a outras fontes de cobalto do fundido, de modo que com relação à quantidade na qual o aditivo pode ser utilizado no respectivo processo não há restrições fornecidas para evitar de maneira indesejável teores de cobalto elevados.

Preferivelmente o teor de P, Cu, Sn, PB, Nb, As, Cd e/ou Pd no aditivo é limitado a valores tais que a quantidade do aditivo a ser adicionada ao respectivo fundido não é limitada, para ser capaz de manter os limites

superiores dos componentes especificados no fundido. Se for apenas níquel que deve ser ligado pelo aditivo, isto irá também aplicar os componentes Co, V, Mo e vice-versa. Devido ao fato que o aditivo pode ser obtido através de uma solução aquosa do metal de transição respectivamente desejado, o teor 5 dos componentes descritos pode ser controlado de maneira comparativamente fácil por meio de medidas conhecidas.

Em adição ao constituinte de liga principal o aditivo pode conter outros constituintes de liga tal como, por exemplo, cobalto (no caso de um aditivo Ni) ou níquel (no caso de um aditivo Co), manganês etc., se estes 10 elementos são desejados para a respectiva utilização projetada, ou não são perturbadores. No caso de um aditivo Ni e/ou aditivo que contém Co, obtido a partir de lixiviação de laterita, pode haver mais manganês contido (por exemplo  $\geq 0,25$  até 5% em peso ou  $\geq 1$  até 2% em peso), onde o teor pode ser  $\leq 7,5$  até 10% em peso ou  $\leq 5$  %em peso, cobalto em frações de  $\geq 0,1$  15 até 0,25% em peso ou  $\geq 0,75$ % em peso, onde o teor de cobalto pode ser  $\leq 3$  até 5 % em peso ou  $\leq 2$  % em peso. O teor de formadores de liga inclusive ferro pode neste caso ser  $\geq 1$  até 2% em peso ou  $\geq 3$ % em peso e pode ser  $\leq 15$  %em peso,  $\leq 10$  até 12 % em peso ou também  $\leq 8$  até 10 %em peso. Isto também pode ser genericamente verdadeiro dentro do escopo da inven- 20 ção.

O aditivo pode ainda conter constituintes de formação de escória como Ca, Mg. O teor dos constituintes formadores de escória ou o teor de Ca e/ou Mg no aditivo pode ser  $\geq 0,5$  até 1% em peso ou 1,5 até 2 % em peso por exemplo,  $\geq$  até 5% em peso, referido ao aditivo que está livre de 25 umidade residual e respectivamente referido ao peso do metal. Os constituintes formadores de escória ou Ca e/ou Mg podem estar presentes em uma forma adequada para o processo metalúrgico de fundição, por exemplo, como um óxido, hidróxido e/ou carbonato, porém também silicato. O teor de constituintes formadores de escória pode ser  $\geq 25$ % em peso ou  $\leq 15$  até 30 20% em peso, particularmente  $\leq 10$  até 12% em peso ou  $\leq 6$  até 8% em peso referido ao aditivo sem umidade residual que deve ser utilizado no processo. Os teores descritos podem ser respectivamente, inclusive ou exclusi-

ve Mn, Cr, Si, Ti, Si e/ou Fe. Os fatos anteriormente mencionados também podem se aplicar genericamente dentro do escopo da invenção.

No que segue a invenção será explicada por meio de uma modalidade preferida e a figura do desenho é uma ilustração esquemática do 5 vaso de fundição (conversor) que inclui um dispositivo de alimentação para o aditivo, na forma de uma lança.

A figura 1 mostra um arranjo para realizar o processo de acordo com a invenção, no qual um fundido metálico 2 é fornecido em um vaso de fundição 1 que é, por exemplo, na forma de um conversor, e no qual o fundido metálico 2 é coberto com uma escória 3. O fundido pode representar uma liga de ferro, por exemplo, uma para a produção de um aço ligado a níquel (com liga de níquel) que tem um teor de Ni de 1,5 até 30% em peso, especialmente para a produção de aços especiais Ni ou Cr/Ni como aço Cr/Ni 18/8 e/ou aços que têm um teor de P e S, respectivamente, de < 0,005% em peso 10 e <0,0035 % em peso, o que pode aplicar independentemente da modalidade. Aqui a escória representa uma escória que é usual para a produção 15 da respectiva liga, por exemplo, contendo frações elevadas de óxido de cromo, MgO, CaO e/ou SiO<sub>2</sub>, e que em adição a cobrir o fundido, podem interferir na metalurgia do fundido.

Como um dispositivo de alimentação, para introduzir o aditivo no fundido, uma lança preferivelmente resfriada com água 4 é fornecida acima da escória que penetra preferivelmente na parte superior do vaso de fundição 1. Dita lança 4 consiste em um tubo central 5 para injetar com bocal o aditivo sólido no fundido, cujo tubo central é circundado sobre o seu exterior 20 por um tubo externo 6 ou por uma pluralidade de tubos isolados, por exemplo,  $\geq 2\text{-}3$  ou  $\geq 4\text{-}6$  tubos isolados arranjados circunferencialmente ao redor do dito tubo central. As extremidades do tubo podem ser dotadas de aberturas de descarga como bocal, por exemplo na forma de bocais Laval, para ser capaz de injetar o aditivo através de bocais para o fundido a uma velocidade elevada, preferivelmente velocidade supersônica. Consequentemente, 25 o aditivo sólido transportável de maneira pneumática é injetado, no caso por meio de um gás de transporte adequado tal como oxigênio, através do tubo 30

central para o fundido, através dos tubos externos 6 uma corrente de gás é injetada no sentido do fundido metálico, cuja corrente de gás circunda e focaliza a corrente de material sólido que deixa o tubo central 5. Aqui a camisa de gás 7 serve por um lado para proteger materialmente a corrente de material sólido contra o em torno, e ainda para focalizar a mesma, especialmente com relação à fração elevada de matéria volátil que é produzida durante a calcinação do aditivo. Em particular, a corrente de gás também serve para penetrar completamente ou quase completamente através da escória, produzindo com isto um ponto de queima livre de escória, onde o fundido metálico 2 com isto é exposto. A temperatura do fundido na região do ponto de queima pode ser, por exemplo, 2400 até 2600 °C.

O aditivo é injetado através dos bocais para o interior do fundido a uma velocidade que é alta até uma extensão em que uma calcinação do aditivo tem lugar no momento ou depois da saída do aditivo da lança sob separação de H<sub>2</sub>), CO<sub>2</sub> e no caso também de outro material volátil. Devido às temperaturas ambientais elevadas, por exemplo, o calor de radiação a partir da parede 1a do vaso de fundição, a partir do metal fundido metálico e similar, a decomposição do aditivo tem lugar de maneira predominante ou completamente no caminho do bocal da lança 4a até o banho de fundição. Frações possivelmente não calcinadas do aditivo são calcinadas no ponto de queima 9 ou na zona de impacto 10 no fundido metálico. Consequentemente, durante a calcinação toda a matéria volátil, tal como H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> e similares é volatilizada de modo que apenas as substâncias não voláteis como óxidos metálicos penetram no fundido e se tornam absorvidas pelo fundido.

O gás que é passado juntamente com a corrente de material sólido através do tubo central 5 pode ser um gás que é empobrecido em oxigênio comparado com o ar, ou um gás inerte. O gás envolvente passado através dos tubos externos 6 pode representar um gás que é enriquecido em oxigênio comparado a ar ou oxigênio puro, ou um gás inerte, ou mistura deles. O teor de oxigênio deve ser adaptado às condições respectivas do processo como, por exemplo, o orçamento de calor do processo metalúrgico de fundição. Onde apropriado, outros materiais sólidos como constituintes de

liga, formadores de escória, ou similares, podem ser fornecidos para o fundido juntamente com a corrente de aditivo, embora isto não seja necessariamente requerido. Preferivelmente a corrente de aditivo não contém agentes de redução como carbono, ferro-silício, alumínio ou similares. O processo de 5 acordo com a invenção pode representar particularmente um processo AOD, onde apropriado também um processo eletro-metalúrgico.

De maneira surpreendente mostrou-se que o suprimento de aditivos para o ajustamento do teor de liga do fundido é possível sob a utilização de substâncias com alto conteúdo de água, pelo que o custo de produção 10 da liga respectiva pode ser claramente reduzido, especialmente quando o aditivo pode ser produzido com baixo custo, e etapas caras adicionais, como um tratamento da escória para reduzir o teor de enxofre do fundido, etc., podem ser evitadas. Tal gerenciamento de processo é fornecido especialmente pelo fato que o aditivo é injetado diretamente através de bocais no 15 ponto de queima muito quente e livre de escória.

O aditivo pode ser obtido em particular por lixiviação de laterita, por exemplo por lixiviação por meio de ácido sulfúrico a pressão atmosférica ou em uma pressão aumentada, porém no caso também por outros processos de lixiviação. A partir de lixiviação ácida o aditivo que contém níquel pode 20 então ser precipitado através de agentes de precipitação adequados, como o óxido de manganês e/ou lama de óxido de cálcio, por meio da adição de carbonatos como carbonato de sódio, carbonato de cálcio, dolomita, etc., por meio da adição de amoníaco ou de compostos de amônio, para produzir essencialmente um hidróxido de níquel, carbonato de níquel, ou hidróxido/carbonato de níquel misturados. A conversão com agentes de precipitação 25 pode ter lugar em temperaturas aumentadas, por exemplo a 30 a 80 °C, ou mais elevada, em períodos de tempo adequados a partir, por exemplo, de alguns minutos até 1 hora. Onde apropriado, cobalto pode ser separado por processos adequados tais como, por exemplo, processos de extração em 30 uma etapa precedente do processo.

O aditivo pode ser pré-secado para uma umidade residual que permite um transporte pneumático do aditivo. Neste caso a umidade residual

é entendida ser uma água ligada fisicamente, que pode ser removida em temperaturas de ≤ 120 até 150 °C dentro de um período de tempo adequado, por exemplo, dentro de 1 até 2 horas. O aditivo pode ser tratado de modo que ele seja adequado para transporte por gravidade.

5           Se necessário, o aditivo pode ser tratado mecanicamente para obter um tamanho de grão adequado ou dissipação, e no caso ele também pode ser compactado ou aglomerado.

10          No caso de um aditivo que contém níquel, o seu teor de níquel é tipicamente aproximadamente 15 até 55% em peso, especialmente aproximadamente 20 até aproximadamente 40% em peso, referido ao aditivo pré-secado (sem umidade residual). O teor de água ligada quimicamente na forma de cristal de água e/ou grupos de hidróxido tipicamente é 30 até 50% em peso, ou também 40 até 50% em peso. Será entendido que o aditivo pode possivelmente ser pré-calcinado em temperaturas mais elevadas para 15 diminuir o teor de água e/ou de carbonato, embora isto não seja necessariamente requerido.

20          No que segue duas análises típicas de aditivo que contém níquel são fornecidas. Os produtos foram, cada um, obtidos por lixiviação de laterita por meio de um ácido sulfúrico a 80% a 90 °C por 0,5 horas (aproximadamente 20 g de minério suspensas em 80 g de água; 100 g de ácido sulfúrico). Tempos de lixiviação <1 ou < 0,75 horas provaram ser genericamente vantajosos. A lixiviação foi parcialmente neutralizada por meio de dolomita e daí em diante misturada com lama de óxido de magnésio para produzir um precipitado de hidróxido de níquel.

25          O precipitado que foi filtrado foi secado para uma umidade residual de aproximadamente 1,5% em peso a 120 °C por 2 horas, o teor de água ligada quimicamente foi 55% em peso (composição 1) respectivamente 45% em peso (composição 2) cada um calculado como a perda de peso do material secado para uma umidade residual de aproximadamente 0% em 30 peso depois de uma termólise a 750 °C por 4 horas até a constância de peso. Será entendido que o material termolizado pode conter ainda um teor de carbonato ou outros constituintes que apenas decompõem em temperaturas

mais elevadas.

Será entendido que a composição do aditivo pode variar dependendo do minério que é utilizado, ou o produto base que contém níquel. Os detalhes de análise a seguir são relacionados ao material que foi secado a

- 5 120 °C por 2 horas para obter uma umidade residual de aproximadamente 0% em peso (isto é, inclusive cristal de água).

Composição 1 (dados em porcentagem em peso)

Ni	24
Al	0,75
Ca	0,75
Co	1,5
Cr	<0,05
Fe	0,75
Mn	4,0
Mg	6,0
Teor de água (cristal de água)	50

Composição 2 (dados em percentagem em peso)

Ni	38
Al	<0,05
Ca	2
Co	0,5
Cr	<0,05
Fe	2,5
Mn	1,5
Mg	2,5
Teor de água (cristal de água)	40

- Será entendido que com exceção de minérios também outras 10 substâncias podem ser utilizadas genericamente para a produção de aditivos utilizados de acordo com a invenção a partir dos quais aditivos que contém níquel ou aditivos genericamente de transição que contém metal podem ser produzidos em uma maneira correspondente e com os quais os metais de transição podem ser obtidos por uma lixiviação adequada com base em um 15 agente de lixiviação que contém água.

Além disto, será entendido que o processo de acordo com a invenção não está limitado à utilização de aditivos que contém níquel/cobalto porém que também outros constituintes de liga e especialmente metais de transição como Mo, V ou similares podem ser adicionados ao fundido em 5 uma forma correspondente. Neste caso os aditivos são respectivamente injetados através de bocais no vaso de fundição e do fundido metálico que tem uma temperatura muito elevada, preferivelmente a partir do lado superior do vaso de fundição e, no caso de fundidos que são cobertos com uma escória, para o interior do ponto de queima livre de escória.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produzir um fundido metálico que contém no mínimo um metal base e no mínimo um outro constituinte de liga, em que a produção tem lugar em um vaso de fundição com escória cobrindo o fundido,

5       em que no mínimo um a aditivo ao que contém constituinte de liga é alimentado para o fundido para enriquecer o fundido pelo constituinte de liga, o constituinte de liga sendo um metal de transição e o aditivo sendo na forma de um sólido, o aditivo tendo um teor  $\geq 10\%$  em peso de dito outro constituinte de liga, caracterizado pelo fato de o aditivo conter  $\geq 20\%$  em peso de

10     material de fundição metalurgicamente inócuo que é volátil por meio de calcinação ao alimentar o aditivo para o fundido por meio de um dispositivo de alimentação, o material de fundição metalurgicamente inócuo na forma de  $\text{H}_2\text{O}$  (incluindo água quimicamente combinada na forma de água de cristalização e/ou grupos de hidróxidos) e/ou  $\text{CO}_2$ ,  $\leq 5\%$  em peso de enxofre e

15     possivelmente frações de outros constituintes de liga e/ou formadores de escória, em que o dito aditivo é obtido pelo preparo de minérios, produtos residuais ou outros produtos contendo o dito componente de liga sob conversão do componente de liga para um estado dissolvido, a precipitação do componente de liga como hidróxido hidratado, carbonato ou mistura hidróxi-  
20     do / carbonato, e etapas adicionais se necessárias, e pelo aditivo que contém o constituinte de liga ser suprido diretamente para o fundido metálico por meio de uma corrente de gás sob a formação de um ponto quente livre de escória do fundido coberto com escória.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o aditivo ser suprido para o fundido de tal maneira que uma calcinação ou decomposição do aditivo tem lugar no mínimo substancialmente apenas no momento de ou depois de sair de um dispositivo de alimentação que é fornecido e antes de ou durante o choque sobre o fundido metálico ou dentro de uma zona de impacto.

30     3. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo fato de o aditivo ser suprido para o fundido em uma corrente de material sólido que é circundada por uma corrente de gás.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de o ponto de queima ter uma temperatura  $\geq 1750^{\circ}\text{C}$ .

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de a corrente de gás envolvente ter um teor de oxigênio  $\geq 25\%$  em peso ou de ela ser oxigênio no mínimo para a maior parte dela.

10 6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de o gás envolvente conter  $\geq 75\%$  em peso no mínimo um gás inerte ou consistir em um ou mais gases inertes no mínimo para a maior parte dele.

15 7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de a corrente de material sólido que contém o aditivo de liga conter  $\leq 10\%$  em peso de agentes de redução inclusive de carbono, hidróxidos de carbono e ferro-silício.

8. Processo de acordo com uma das reivindicações 1 até 7, caracterizado pelo fato de  $\geq 5$  a  $10\%$  em peso do constituinte de liga que é o constituinte principal do aditivo ser fornecido para o fundido através do aditivo.

20 9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de o aditivo conter níquel e/ou cobalto como o constituinte principal de liga.

25 10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de o aditivo ser em sua maior parte de um sal que contém cristal de água, hidróxido, carbonato, um hidróxido/carbonato misturados.

30 11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de o aditivo consistir em  $\geq 70$  até  $80\%$  em peso dos constituintes (1) constituintes de liga desejados para utilização projetada, (2) material volátil sem propriedades metalúrgicas de fundição negativas e (3) formadores de escória.

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1

a 11, caracterizado pelo fato de o processo ser um processo AOD, processo CLU, processo VOD, processo BOP, ou processo Q-BOP, ou um processo de eletro-aço.

13. Aditivo que contém metal de transição para a produção de  
5 ligas que contém metal de transição em processos metalúrgicos de fundição, em que o aditivo está presente como um material sólido com um teor de metal de transição  $\geq 10\%$  em peso, caracterizado o pelo fato de o aditivo compreender uma fração de material volátil de fundição metalurgicamente inócuo na forma de  $H_2O$  e/ou  $CO_2$ , inclusive de água quimicamente ligada na forma  
10 de cristal de água e/ou grupos de hidróxido,  $\geq 20\%$  em peso, um teor de enxofre  $\leq 5\%$  em peso e um teor de outros constituintes de liga  $\geq 1\%$  em peso, e um teor de formadores de escória  $\geq 0,5\%$  em peso, e por poder ser obtido por processamento de minérios, materiais de descarte, ou outros produtos que contenham os constituintes de liga transferindo os respectivos constituintes de liga para um estado dissolvido, precipitação do componente de liga como hidróxido hidratado, carbonato ou mistura hidróxido / carbonato, onde apropriado, outras etapas de processamento.

14. Aditivo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de o metal de transição ser níquel, cobalto, vanádio ou molibdênio ou  
20 uma combinação de dois ou mais dos mesmos, especialmente níquel e/ou cobalto.

15. Aditivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a  
14, caracterizado pelo fato de o teor de níquel, cobalto, vanádio e/ou molibdênio individualmente ou em combinação no aditivo montar a 15 a 60% em  
25 peso.

16. Aditivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a  
15, caracterizado pelo fato de o aditivo incluir  $\geq 20\%$  em peso de água ligada quimicamente na forma de cristal de água e/ou grupos de hidróxido.

17. Aditivo de acordo com uma qualquer das reivindicações 13 a  
30 16, caracterizado pelo fato de o teor de enxofre ser  $\leq 2\%$  em peso e/ou pelo fato de o teor de outros constituintes de liga ser  $\geq 3\%$  em peso.

18. Aditivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a

17, caracterizado pelo fato de o teor de formadores de escória ser  $\leq 20\%$  em peso.

19. Aditivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 18, caracterizado pelo fato de o aditivo estar presente em um estado adequado para transporte pneumático ou para transporte por gravidade ou em um estado compactado.

20. Aditivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 19, caracterizado pelo fato de o aditivo poder ser obtido ou ser obtido por lixiviação de lateritas ou minérios como laterita, preferivelmente por meio de ácidos.

21. Aditivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 20, caracterizado pelo fato de o aditivo poder ser obtido ou ser obtido por precipitação de hidróxido e/ou carbonato a partir de uma solução aquosa, se necessário depois de um tratamento precedente da solução.

22. Aditivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 21, caracterizado pelo fato de depois de um tratamento térmico a  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$  o aditivo ser submetido a uma perda de peso de 20 a 60% em peso até constância de peso.

23. Utilização de um metal de transição que contém aditivo, como definido em qualquer uma das reivindicações 13 a 22, para produzir uma liga de metal de transição em um processo metalúrgico de fundição, em que o aditivo é alimentado para um fundido metálico que contém no mínimo um metal base para enriquecer o fundido com constituintes de liga, em que a produção da liga tem lugar alimentando o aditivo para um vaso de fundição que contém um fundido coberto com escória ou no qual o processo em geral é um processo AOD, um processo CLU, um processo VOD, um processo BOP, ou um processo Q-BOP, ou um processo de eletro-aço, e em que o aditivo é um sólido que compreende um teor de metal de transição  $\geq 10\%$  em peso, caracterizado pelo fato de o aditivo conter material de fundição metalmurgicamente inócuo na forma de  $\text{H}_2\text{O}$  e/ou  $\text{CO}_2$ , inclusive de água quimicamente ligada na forma de cristal de água e/ou grupos de hidróxido  $\geq 20\%$  em peso, um teor de enxofre  $\leq 5\%$  em peso e um teor de outros constituintes de

liga  $\geq 1\%$  em peso e/ou um teor de formadores de escória  $\geq 0,5\%$  em peso.

24. Utilização de um metal de transição que contém um aditivo como definido na reivindicação 23, em um processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13.

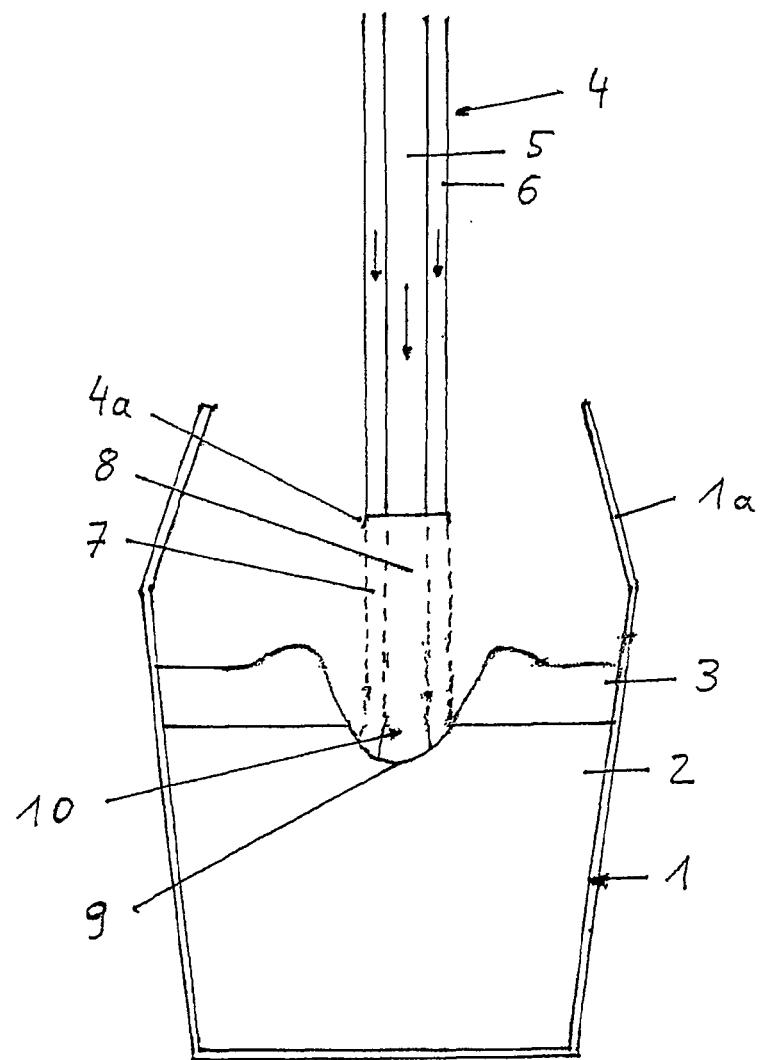


FIG. 1