

**(11) PI 0620971-8 B1**



\* B R P I 0 6 2 0 9 7 1 B 1 \*

**(22) Data de Depósito:** 28/12/2006

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

**(45) Data da Concessão:** 21/07/2015  
**(RPI 2324)**

---

**(54) Título:** PROCESSO E DISPOSITIVO PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO

**(51) Int.CI.:** B22D11/124; B22D11/14; B22D11/22

**(30) Prioridade Unionista:** 11/01/2006 DE 10 2006 001 464.2, 30/11/2006 DE 10 2006 056 683.1

**(73) Titular(es):** SMS Demag AG

**(72) Inventor(es):** Ingo Schuster, Jens Kempken, Peter Jonen, Tilmann Böcher, Uwe Plociennik

**PROCESSO E DISPOSITIVO PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO**

A invenção refere-se a um processo para lingotamento contínuo de lingote, lingote fino, pré-bloco, pré-perfil, perfil tubular ou cordão e semelhantes de metal fluido em uma instalação de lingotamento contínuo, em que metal sai perpendicularmente para baixo de uma coquilha, sendo que a tira de metal é então guiada verticalmente para baixo ao longo de uma guia de cordão perpendicular e então resfriada, sendo a tira de metal depois curvada da direção vertical para a direção horizontal e então ocorre na região extrema do curvamento em direção horizontal ou após o curvamento para a direção horizontal uma deformação mecânica da tira de metal. A invenção refere-se, ainda, a uma instalação de lingotamento contínuo, especialmente para execução desse processo.

Um processo segundo o gênero para o lingotamento contínuo é conhecido, por exemplo, da EP 1 108 485 A1 ou da WO 2004/048016 A2. Metal fluido, especialmente aço, é então retirado por uma coquilha perpendicularmente para baixo, compactando-se e formando uma tira de metal, que é gradativamente invertida ou curvada da direção vertical para a direção horizontal. Diretamente abaixo da coquilha se encontra uma guia de cordão perpendicular, que guia inicialmente verticalmente a tira de metal ainda muito quente. Em seguida, a tira de metal é gradativamente curvada para a horizontal por correspondentes cilindros ou rolos. Ocorrendo isso, em geral se segue um processo de retificação, isto é, a tira de metal corre por um dispositivo retificador, em que tem lugar uma deformação mecânica da tira de metal.

Soluções semelhantes estão descritas na JP 63 112058 A, na WO 03/013763 A, na EP 0 611 610 A1, na DE 22 08 928 A1, na DE 24 35 495 A1, na DE 25 07 971 A1, na EP 0 343 103 A1, na EP 1 243 343 B1, na EP 1 356 868 B1 e na EP 1 366 5 838 A.

O resfriamento da tira de metal depois de sua saída da coquilha tem grande importância. A EP 1 108 485 A1 propõe para tanto um dispositivo para resfriamento do cordão em uma zona de resfriamento, em que o cordão é guiado 10 sustentado por meio de pares de rolos, que ficam superpostos entre si transversalmente ao eixo de cordão ao longo da direção de tração do cordão, sendo que a aplicação de agente de resfriamento resfria ainda mais o cordão. Para o eficiente resfriamento da tira de metal, o dispositivo 15 proposto abrange um elemento de agente de resfriamento transportando agente de resfriamento, disposto entre respectivamente dois rolos mutuamente superpostos, que se estende ao longo do eixo longitudinal dos rolos e é de tal maneira configurado que entre o respectivo elemento de 20 resfriamento e o rolo bem como o elemento de resfriamento e o cordão resultam espaços de fenda, sendo o respectivo elemento de resfriamento provido de ao menos um canal transportando agente de resfriamento, desembocando em um espaço de fenda.

25 A WO 2004/048016 A2 prevê para a condução de temperatura ótima da tira de metal fundida, que é controlada através da temperatura de saída, que é determinada por controle da temperatura de superfície na extremidade do comprimento de cordão metalúrgico do 30 lingotamento contínuo, um sistema de injeção dinâmico em

forma de distribuição de quantidade de água e distribuição de pressão ou distribuição de impulso pela largura de cordão e pelo comprimento de cordão funcionalmente para uma curva de temperatura calculada para o comprimento de cordão 5 e a largura de cordão.

Uma pluralidade de soluções trata igualmente da questão de como um cordão de metal fundido pode ser resfriado eficazmente e de modo tecnicamente correto em termos de processo. Para tanto, remete-se à JP 61074763 A, 10 à JP 9057412, à EP 0 650 790 B1, à US 6,374,901 B1, à US 2002/0129921 A1, à EP 0 686 702 B1, à WO 01/91943 A1, à JP 2004167521 e à JP 2002079356.

Verificou-se que, além do resfriamento eficiente ou tecnicamente correto em termo de processo da tira de metal 15 fundida, sua decapagem desempenha um destacado papel.

Devido à temperatura muito alta da tira de metal, imediatamente depois da saída do metal da coquilha, a tira é submetida a um forte efeito de decapagem, que desvantajosamente influencia as etapas de processo 20 subsequentes. É portanto de se desejar que o grau da decapagem seja mantido tão pequeno quanto possível.

A invenção tem, portanto, como objetivo desenvolver de tal maneira um processo do tipo mencionado no inicio bem como um correspondente dispositivo que seja possível, além 25 de um ótimo resfriamento da tira de metal, conseguir também que a decapagem da superfície da tira seja mantida mínima.

O alcance desse objetivo pela invenção é caracterizado, em termos de processo, pelo fato de que, em direção de transporte da tira de metal depois da coquilha e 30 antes da deformação mecânica da tira de metal, em um

primeiro segmento ocorre um resfriamento da tira de metal com um índice de transmissão de calor entre 3.000 e 10.000 W/(m<sup>2</sup>K), sendo que em direção de transporte depois do resfriamento, em um segundo segmento, mediante compensação de calor na tira de metal sem ou com resfriamento reduzido da superfície da tira de metal, ocorre um aquecimento da superfície da tira de metal para uma temperatura acima de Ac<sub>3</sub> ou Ar<sub>3</sub>, depois do que, em um terceiro segmento, ocorre a deformação mecânica.

Quando, segundo uma proposta preferida da invenção, as superfícies da tira de metal são limpas antes da ativação com o meio de resfriamento para o resfriamento, pode ser ainda mais aperfeiçoado o efeito do resfriamento em seguida aplicado. A limpeza pode se dar por decapagem, por exemplo na medida em que os meios de resfriamento (bocais, barras de bocais ou semelhantes) mutuamente contrapostos em direção de extração da tira de metal/cordão, atingidos primeiramente pela tira de metal/cordão e, portanto, mais dianteiros ou mais superiores, aplicam o meio de resfriamento sob alta pressão, de modo que ocorre uma decapagem.

A deformação mecânica no terceiro segmento pode então ser um processo de retificação da tira de metal ou abrange tal processo. Alternativamente ou adicionalmente pode ser previsto que a deformação mecânica no terceiro segmento seja um processo de laminação da tira de metal ou abrange tal processo.

O resfriamento no primeiro segmento - executado como resfriamento - é restrito à região da guia de cordão perpendicular. Com relação a isso, cabe observar que o

conceito da guia de cordão também deve incluir que a tira de metal é amplamente guiada na vertical.

O resfriamento no primeiro segmento pode se dar também intermitentemente, sendo a tira de metal/o cordão resfriado alternadamente de modo intensivo e fraco, p.ex. mediante variação da densidade de ativação de meio de resfriamento [ $\text{l:min.m}^2$ ] e/ou ajuste de distintas distâncias dos meios de refrigeração da tira de metal.

A instalação de lingotamento contínuo proposta para o lingotamento contínuo de lingote, lingote fino, pré-bloco, pré-perfil, perfil tubular ou cordão e semelhantes de metal fluido, com uma coquilha, da qual o metal sai perpendicularmente para baixo, com uma guia de cordão perpendicular, disposta abaixo da coquilha, e meios para curvamento da tira de metal da direção vertical para a direção horizontal, sendo que na região extrema do curvamento em direção horizontal ou após o curvamento para a direção horizontal estão dispostos meios de deformação mecânica para a tira de metal, é caracterizada, de acordo com a invenção, pelo fato de que a guia de cordão perpendicular apresenta um número de rolos dispostos em direção transporte da tira de metal em ambos os lados da tira de metal, sendo que na região dos rolos estão dispostos primeiros meios de resfriamento, com os quais um fluido de resfriamento pode ser aplicado à superfície da tira de metal, estando os meios de resfriamento dispostos deslocáveis em direção vertical e/ou horizontal e estando dispostos estacionários, adicionalmente, segundos meios de resfriamento na região da guia de cordão perpendicular.

Alternativamente ou complementarmente, os meios de

resfriamento podem ser vantajosamente executados osciláveis.

Os primeiros e/ou os segundos meios de resfriamento podem apresentar uma caixa, da qual o fluido de resfriamento é aplicado por meio de ao menos um bocal. O fluido de resfriamento pode ser aplicado da caixa por meio de dois bocais ou fileiras de bocais.

Segundo a proposta da invenção, na região do resfriamento secundário da tira de metal ocorre um resfriamento com intensidade definida, que é selecionada de tal maneira que, de um lado, pode ser produzida uma tira de metal qualitativamente de alto valor, que apresente a desejada estrutura de textura e composição de textura, mas, de outro lado, também possa ser mantido mínimo o grau de decapagem da superfície da tira.

Pela proposta também é reduzido o acréscimo de indesejados fenômenos colaterais na superfície da tira.

Pelo procedimento proposto resulta um choque térmico tão suficiente que camadas de óxido sobre a superfície da tira de metal são separadas e descartadas. Isso leva a uma superfície de cordão limpa, o que é vantajoso para um resfriamento uniforme da tira de metal e também para um possível aquecimento no forno de túnel.

O processo proposto reduz o perigo de precipitações ou de assim chamado "Hot Shortness", de modo que também assim são obtidas vantagens. Pela queda da temperatura de superfície, necessária para o choque térmico - ela não deve ficar aquém da temperatura de partida de martensita -, ocorre uma conversão da austenita na tira de metal em ferrita, associada a afinamento da granulação. Quando do

reaquecimento seguinte, devido ao grande gradiente de temperatura entre superfície de cordão e núcleo da tira de metal, ocorre um reconversão da ferrita fina em austenita com grãos pequenos. Quando dessas conversão, os nitretos de alumínio (AlN) ou outras precipitações aumentam e nos limites de grãos se encontram percentualmente menos nitretos de alumínio do que no grande grão de austenita antes da conversão. A textura mais final é, portanto, menos sujeita a fissuras, caso haja precipitações.

Na guia de cordão abaixo da coquilha está prevista a região para o resfriamento intensivo, para que o reaquecimento possa se dar tão cedo quanto possível. A conversão de ferrita e a subsequente conversão em austenita devem ocorrer antes da solicitação mecânica da superfície de cordão, por exemplo nos transdutores. Graças a essa medida é reduzido o risco de formação de fissuras, que existe devido à queda de temperatura do cordão pelo choque térmico. Uma forma de execução do processo prevê que o mencionado resfriamento (intensivo) abrange cerca de um quarto até um terço do trajeto (em curva) da coquilha até à deformação mecânica, a que se seguem cerca de três quartos ou dois terços desse trajeto, em que não mais há resfriamento ou resfriamento apenas reduzido.

O resfriamento intensivo previsto de acordo com a invenção pode estar disposto entre os rolos de guia de cordão e se estender, dependendo do efeito de resfriamento desejado, por uma região mais longa da guia de cordão. Como mencionado, pode também ser vantajoso aplicar intermitentemente o resfriamento intensivo, para não resfriar demasiado a superfície especialmente em materiais

sensíveis a fissuras.

Assim também pode ser reduzida a fragilidade a quente, isto é, a formação de fissuras na superfície do lingote, que pode resultar especialmente por um elevado teor de cobre no material. Isso é especialmente relevante com escória como material de partida, que apresenta inclusive um teor de cobre correspondentemente alto.

No desenho estão representados exemplos de execução da invenção. Mostram:

10 Fig. 1 - esquematicamente, uma instalação de lingotamento contínuo em vista lateral com representação de alguns dos componentes da instalação;

15 Fig. 2 - um segmento ampliado da fig. 1, a saber, do ramo da direito da guia de cordão perpendicular com primeiros e segundos meios de refrigeração;

Fig. 3 - um segmento ainda mais ampliado da fig. 2 com dois rolos e um meio de resfriamento disposto entre eles; e

Fig. 4 - o meio de resfriamento segundo a fig. 3 em detalhe.

20 Na fig. 1 está esquematicamente representada uma instalação de lingotamento contínuo 2. Material metálico fluido sai verticalmente para baixo como cordão ou tira de metal 1 de uma coquilha 3 em direção de transporte F e é desviado ao longo de um segmento curvado de fundição 25 gradativamente da vertical V para a horizontal H. Imediatamente abaixo da coquilha 3 se encontra uma guia de cordão 4 perpendicular, que apresenta um número de rolos 10, que guiam a tira de metal 1 para baixo. Um número de rolos 9 atua como meios para curvamento da tira de metal 1 30 da vertical V para a horizontal H. Depois de havido o

curvamento, a tira de metal 1 entra em meios 5 para a deformação mecânica. Trata-se aí então de um retificador, que submete a tira de metal 1 por deformação mecânica a um processo de retificação. Pode então ser previsto também um 5 processo de laminação, que em geral se segue.

A região da tira de metal da saída da coquilha 3 até à deformação mecânica está subdividida em três segmentos: Em um primeiro segmento 6 ocorre um resfriamento intensivo da tira de metal 1 quente, em um segundo segmento 7 praticamente não é realizado mais qualquer resfriamento, e 10 o calor que se encontra na tira de metal 1 aquece a superfície resfriada da tira de metal 1 novamente. Sobretudo no terceiro segmento 8, mas também já no segundo segmento 7, tem lugar então, finalmente, a deformação 15 mecânica. O exemplo de execução mostra que o primeiro segmento 6 se subdivide novamente em segmentos parciais. Isso possibilita, de modo simples, um resfriamento intermitente no primeiro segmento 6, a saber um resfriamento intensivo em um primeiro segmento parcial e um 20 resfriamento mais franco ou reduzido ou até mesmo inexistente no ao menos outro segmento parcial seguinte, ao qual novamente pode se seguir um segmento de resfriamento intensivo, etc..

O resfriamento da tira de metal 1 ocorre com primeiros 25 meios de resfriamento 11 e segundos meios de resfriamento 12, como se pode ver melhor na fig. 2. Os primeiros meios de resfriamento 11 operam tão intensivamente que há um grande rendimento de resfriamento. Nos segundos meios de resfriamento 12 se trata de meios de resfriamento usuais e 30 em si conhecidos, que são empregados em instalações de

lingotamento contínuo anteriormente conhecidas. A projeção dos meios de resfriamento 11 é tal que o resfriamento da tira de metal 1 no primeiro segmento 6, especialmente no segmento parcial imediatamente seguinte à coquilha 3, cujos 5 meios de resfriamento mais superiores ou mais dianteiros em direção de extração F são comutáveis para alta pressão para decapagem e, com isso, limpeza das superfícies da tira de metal 1, é realizada com um índice de transição de calor entre 2.500 e 20.000 W/(m<sup>2</sup>K). A fração preponderante do 10 resfriamento retorna então aos primeiros meios de resfriamento 11.

Quanto ao mencionado índice de transição de calor cabe assinalar o seguinte: O índice de transição de calor (símbolo de fórmula  $\alpha$ ), também chamado de coeficiente de 15 transição de calor ou coeficiente de transmissão de calor, é um fato de proporcionalidade, que determina a intensidade da transição de calor em uma superfície. O coeficiente de transição de calor descreve então a capacidade de um gás ou de um líquido que cede ou fornece energia da superfície de 20 um material. Ele depende, entre outros, do calor específico, da densidade e do coeficiente de condução térmica do meio cede calor bem como do meio que fornece calor. O cálculo do coeficiente para a condução de calor é feito em geral através da diferença de temperatura dos 25 meios envolvidos. As mencionadas grandezas de influência permitem desde logo verificar que a projeção da intensidade do resfriamento tem efeitos diretos sobre o índice de transição de calor. O rendimento de resfriamento pode assim ser influenciado por exemplo mediante variação da distância 30 horizontal entre os meios de resfriamento 11 ou 12 e a tira

de metal 1; é portanto tão menor quanto maior for a distância.

Depois do resfriamento no segmento 6 ocorre no segundo segmento 7 por compensação de calor na tira de metal 1, sem 5 ulterior resfriamento da superfície da tira de metal 1, um aquecimento da superfície da tira de metal 1 mediante compensação de calor para uma temperatura acima de Ac3 ou Ar3. Primeiramente ocorre então a transformação 5 mecânica nos segmentos 7 (pelo curvamento) e 8, sobre tudo pela 10 retificação no segmento 8.

Os mencionados meios de resfriamento 11 não são necessários para todo caso de aplicação. Por isso - como se depreende da fig. 2 - estão dispostos deslocáveis em direção vertical, não estando representados correspondentes 15 meios de movimentação. Os meios de resfriamento 11 estão representados com linhas cheias em sua posição ativa, assumindo o jato de água expelido o curso esboçado.

Não sendo necessário o resfriamento intensivo, os meios de resfriamento 11 podem ser deslocados verticalmente 20 para a posição representada tracejada, de modo que é produzido pelos meios de resfriamento 12 um resfriamento clássico, menor, isto é, menos intenso.

Outras medidas para influenciar (reduzir ou aumentar) o rendimento de resfriamento residem variar por 25 deslocamento horizontal a distância entre os meios de resfriamento 11, 12 e a tira de metal 1 e/ou oscilar os meios de resfriamento 11, 12.

Não estão representados correspondentes sistemas de condução com válvulas, de modo que a corrente de água de 30 resfriamento respectivamente requerida pode ser ajustada ou

comutada.

Nas figs. 3 e 4 é mais detalhadamente representada uma variante da execução dos primeiros meios de resfriamento 11. Os meios de resfriamento 11 apresentam uma caixa 13, em 5 cujo lado voltado para a tira de metal 1 estão dispostos dois bocais 14 e 15 ou estão dispostas fileiras de bocais se estendendo normalmente ao plano do desenho, transversalmente pela tira de metal 1. A caixa 13 apresenta, em seu interior, correspondentemente, duas 10 câmaras 16, 17, que estão respectivamente unidas por fluido com um conduto de suprimento de água. Os bocais 14 e 15 estão então executados distintamente, de modo que correntes de água de distinta intensidade podem ser conduzidas à tira de metal 1 - em função da necessidade tecnológica para 15 obtenção de uma superfície da tira de metal tão pobre em carepa quanto possível e, portanto, limpa.

Os bocais podem ser executados também como barra de bocais, isto é, como barra, que se estende pela largura da tira de metal 1 e de um número de aberturas de bocal conduz 20 água de resfriamento à superfície da tira.

O dispositivo proposto para o resfriamento intensivo apresenta, portanto, uma caixa, que pode ser deslocada com pequena distância entre os rolos de guia de cordão 10 e forma assim um canal de resfriamento. A caixa 13 pode ser 25 protegida contra destruição por uma chapa protetora (não representada) quando de uma eventual ruptura, de modo nesse caso pode ser reutilizada. Por variação da distância entre a superfície de cordão e a caixa 13 pode ser influenciado o efeito de resfriamento. Outras possibilidades de influência 30 sobre o efeito de resfriamento podem ser alcançadas pela

construção da caixa e dos bocais 14, 15.

Há então a possibilidade de subdividir os bocais em vários grupos e prover os distintos grupos de bocais de um suprimento de água próprio. Ligando e desligando distintos 5 grupos de bocais e/ou alterando o fluxo de passagem ou a pressão de fluido pode então ser variado o efeito de resfriamento. No caso de um resfriamento padrão, isto é, caso sejam processados aços em que não seja conveniente um resfriamento intensivo, pode ser ligado um número menor de 10 bocais. Outra possibilidade é pivotar ou deslocar o dispositivo de resfriamento intensivo para fora da região de borrifação do resfriamento padrão.

Um sub-resfriamento da região de arestas da tira de metal pode igualmente ser evitado ligando-se ou desligando- 15 se grupos de bocais.

Para o intensivo resfriamento podem também ser empregados bocais de pulverização. Estes devem ser distribuídos próximos entre si pela largura da tira de metal, para se obter o necessário resfriamento e o a finura 20 de grão e efeito de decapagem a isso associados. Ligando-se e desligando-se esses grupos pode também ser aqui evitado um sub-resfriamento das arestas. Para a operação de fundição, em que não é conveniente um intensivo resfriamento, os bocais podem ser desativados, pivotados 25 para longe, deslocados para longe ou o fluxo de passagem do meio de resfriamento (água) reduzido, para se garantir o resfriamento padrão.

Também pode ser previsto que para o resfriamento secundário existente seja empregado um resfriamento 30 adicional, consistindo em várias barras de borrifação

providas de bocais de borrifação com um suprimento de água separado. As barras de borrifação adicionais são então ligadas apenas se necessário. Igualmente pode também ser ai evitado um sub-resfriamento das arestas ligando-se e  
5 desligando-se os grupos de bocais.

No estado atual da técnica, para a decapagem são conhecidos bocais de decapagem especiais, que atingem índices de transição de calor de mais de  $20.000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Tais bocais não são empregados ou não são ai utilizáveis  
10 para a presente invenção devido a seu intensivo efeito de resfriamento e da baixa temperatura de superfície da tira de metal a isso associada.

A idéia central de acordo com a invenção pode portanto ser vista no fato de que um resfriamento intensivo ocorre  
15 na área do resfriamento secundário em instalações de lingote fino, para se obter uma limpeza da superfície do lingote, em que o resfriamento intensivo começa logo depois da coquilha - observando-se em direção de transporte. Todavia, está ainda previsto que o resfriamento seja tão  
20 prematuramente encerrado que possa ocorrer um reaquecimento acima da temperatura  $\text{Ac}_3$  ou  $\text{Ar}_3$ , antes que surjam solicitações mecânicas, como por exemplo é o caso no dispositivo de curvamento. O que se visa ai é nenhuma ou apenas uma pequena precipitação nos limites de grão.  
25

O dispositivo proposto para o resfriamento intensivo apresenta um efeito de resfriamento nitidamente superior ao que é o caso ademas com o resfriamento secundário de uma instalação de extrusão. Em instalações anteriormente conhecidas, os índices de transição de calor usuais se situam entre  $500 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  e  $2.500 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . De outro lado, são  
30

conhecidas instalações de decapagem, em que é empregado um dispositivo de resfriamento, que provê índices de transição de calor de mais de 20.000 W/(m<sup>2</sup>K).

Os índices de transição de calor aqui requeridos são - 5 como já indicado acima - dependentes de material e também dependentes da velocidade de fundição. Eles resultam da máxima velocidade de resfriamento, em que ainda não é produzida textura de martensita ou intermediária. Para aços ao cabo inferiores importa a velocidade de resfriamento em 10 cerca de 2.500 °C/min, o que corresponde a uma velocidade de fundição de 5,0 m/min a um índice de transição de calor de cerca de 5.500 W/(m<sup>2</sup>K).

Graças a uma rápida comutação entre resfriamento padrão e intensivo o dispositivo de lingotamento contínuo 15 proposto pode ser utilizado de modo muito individual e flexível.

Sendo os sistemas propostos empregados com os bocais de resfriamento descritos, devido à elevada turbulência da água que se forma entre a caixa dos meios de resfriamento e 20 a tira de metal com quantidade de água relativamente pequena são alcançados índices de transição de calor superiores àqueles com o resfriamento por borrifação convencional.

A intensidade do resfriamento pode ser variada pelo 25 número dos bocais dispostos lado a lado. É ainda também possível empregar barras de bocais adicionais a dispositivos de resfriamento por borrifação convencionais.

O comprimento do resfriamento intensivo - observado na direção de transporte F - é determinado pela textura de 30 consolidação até 2 mm sob a superfície da tira de metal.

Com uma consolidação dendrítica prolonga-se o comprimento de resfriamento intensivo aproximadamente no fator 2 a 3 relativamente ao comprimento quando de uma consolidação globulítica.

5 O índice de transição de calor resulta também da construção dos meios de resfriamento, especialmente dos primeiros meios de resfriamento 11. O índice é selecionado especificamente na faixa reivindicada, pois aí as condições para o resfriamento intensivo da tira de metal 1 pronta são  
10 ótimas e se pode alcançar, simultaneamente, uma superfície de tira amplamente pobre em carepa.

#### LISTA DE REFERÊNCIAS

- 1 tira de metal
- 2 instalação de lingotamento contínuo
- 15 3 coquilha
- 4 guia de cordão perpendicular
- 5 transportação mecânica
- 6 primeiro segmento
- 7 segundo segmento
- 20 8 terceiro segmento
- 9 meios para curvamento da tira de metal
- 10 rolos
- 11 primeiros meios de resfriamento
- 12 segundo meios de resfriamento
- 25 13 caixa
- 14 bocal
- 15 bocal
- 16 câmara
- 17 câmara
- 30 V direção vertical

H      direção horizontal

F      direção de transporte respec. de extração

**REIVINDICAÇÕES**

1. Processo para lingotamento contínuo de lingote, lingote fino, pré-bloco, pré-perfil, perfil tubular ou cordão (1) e semelhantes de metal fluido em uma instalação de lingotamento contínuo (2), em que metal sai perpendicularmente para baixo de uma coquilha (3), sendo que a tira de metal (1) é então guiada verticalmente para baixo ao longo de uma guia de cordão (4) perpendicular e então resfriada, sendo a tira de metal (1) depois curvada da direção vertical (V) para a direção horizontal (H) e então ocorre na região extrema do curvamento em direção horizontal (H) ou após o curvamento para a direção horizontal (H) uma deformação (5) mecânica da tira de metal (1), **caracterizado** pelo fato de que, em direção de transporte (F) da tira de metal (1) depois da coquilha (3) e antes da deformação (5) mecânica da tira de metal (1), em um primeiro segmento (6) ocorre um resfriamento da tira de metal (1) com um índice de transmissão de calor entre 3.000 e 10.000 W/(m<sup>2</sup>K), sendo que em direção de transporte (F) depois do resfriamento, em um segundo segmento (7), mediante compensação de calor na tira de metal (1) sem ou com resfriamento reduzido da superfície da tira de metal (1), ocorre um aquecimento da superfície da tira de metal (1) para uma temperatura acima de Ac3 ou Ar3, depois do que, em um terceiro segmento (8), ocorre a deformação (5) mecânica.

2. Processo, de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as superfícies da tira de metal (1) são limpas imediatamente antes da ativação de resfriamento.

3. Processo, de acordo com reivindicação 1 ou 2,  
caracterizado pelo fato de que o primeiro segmento (6) é subdividido, sendo que a tira de metal (1) é intermitentemente resfriada e em um segmento parcial 5 imediatamente conectado depois da coquilha (3) intensivamente resfriada e em ao menos um segmento parcial seguinte mais fracamente bem como então em seguida de novo mais intensivamente resfriada.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das 10 reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a transformação (5) mecânica no terceiro segmento (8) é um processo de retificação da tira de metal (1) ou abrange tal processo.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das 15 reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a transformação (5) mecânica no terceiro segmento (8) é um processo de laminação da tira de metal (1) ou abrange tal processo.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das 20 reivindicações 1, 2, 3, 4 ou 5, caracterizado pelo fato de que o resfriamento no primeiro segmento (6) é restrito à faixa da guia de cordão (4) perpendicular.

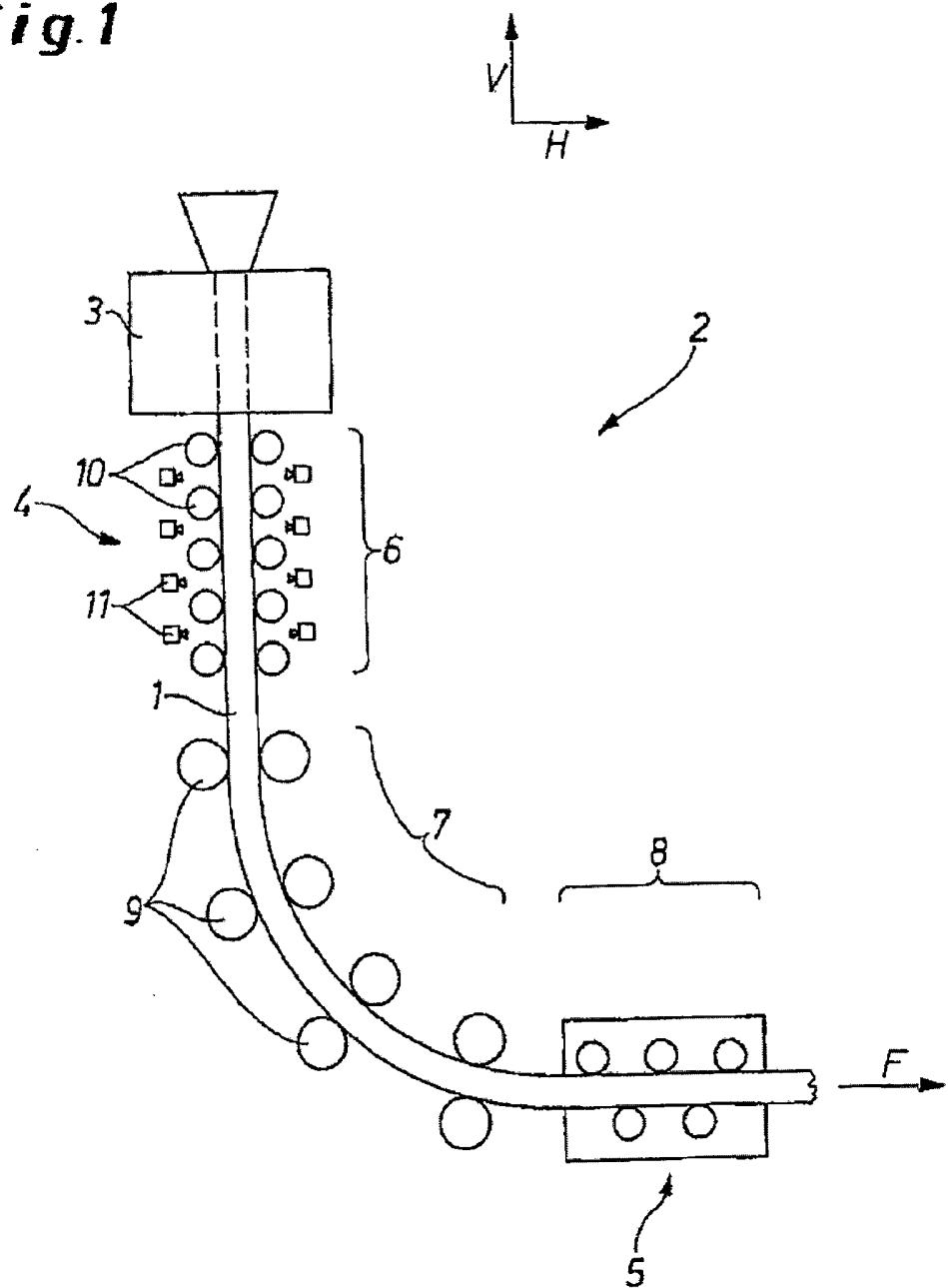
7. Instalação de lingotamento contínuo (2) para 25 lingotamento contínuo de lingote, lingote fino, pré-bloco, pré-perfil, perfil tubular ou cordão (1) e semelhantes de metal fluido, com uma coquilha (3), da qual o metal sai perpendicularmente para baixo, com uma guia de cordão (4) perpendicular, disposta abaixo da coquilha (3), e meios (9) para curvamento da tira de metal (1) da direção vertical 30 (V) para a direção horizontal (H), sendo que na região

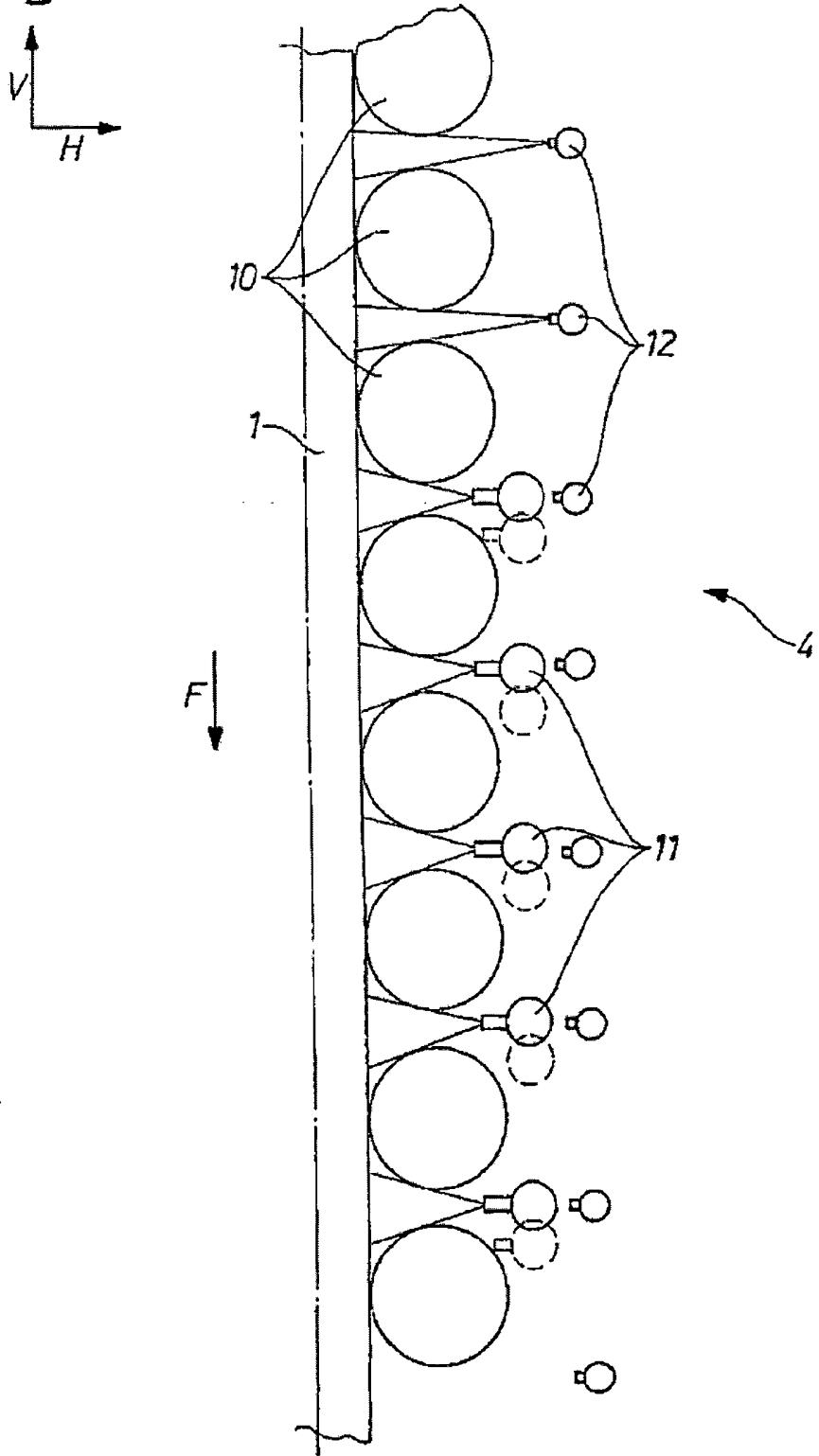
extrema do curvamento em direção horizontal (H) ou após o curvamento para a direção horizontal (H) estão dispostos meios de deformação (5) mecânica para a tira de metal (1), especialmente para execução do processo das reivindicações 5 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caracterizada pelo fato de que a guia de cordão (4) perpendicular apresenta um número de rolos (10) dispostos em direção transporte (F) da tira de metal (1) em ambos os lados da tira de metal (1), sendo que na região dos rolos (10) estão dispostos primeiros meios de 10 resfriamento (11), com os quais um fluido de resfriamento pode ser aplicado à superfície da tira de metal (1), estando os meios de resfriamento (11) dispostos deslocáveis em direção vertical e/ou horizontal (V, H) e estando dispostos estacionários, adicionalmente, segundos meios de 15 resfriamento (12) na região da guia de cordão (4) perpendicular.

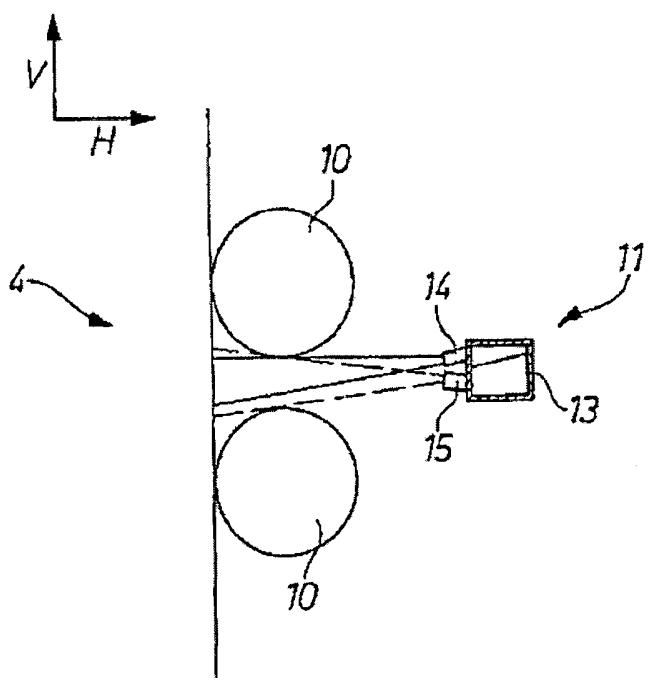
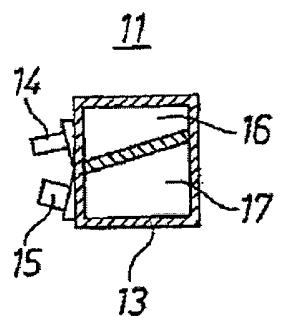
8. Instalação de lingotamento contínuo, de acordo com reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que os meios de resfriamento (11) são executados osciláveis.

20 9. Instalação de lingotamento contínuo, de acordo com reivindicação 7 ou 8, caracterizada pelo fato de que os primeiros e/ou os segundos meios de resfriamento (11, 12) apresentam uma caixa (13), da qual o fluido de resfriamento é aplicado por meio de ao menos um bocal (14, 15).

25 10. Instalação de lingotamento contínuo, de acordo com reivindicação 9, caracterizada pelo fato de que fluido de resfriamento pode ser aplicado da caixa (13) por meio de dois bocais (14, 15) ou fileiras de bocais.

*Fig. 1*

**Fig. 2**

***Fig. 3******Fig. 4***

**PROCESSO E DISPOSITIVO PARA LINGOTAMENTO CONTÍNUO**

A invenção refere-se a um processo para lingotamento contínuo de lingote, lingote fino, pré-bloco, pré-perfil, perfil tubular ou cordão (1) e semelhantes de metal fluido em uma instalação de lingotamento contínuo (2), em que metal sai perpendicularmente para baixo de uma coquilha (3), sendo que a tira de metal (1) é então guiada verticalmente para baixo ao longo de uma guia de cordão (4) perpendicular e então resfriada, sendo a tira de metal (1) depois curvada da direção vertical (V) para a direção horizontal (H) e então ocorre na região extrema do curvamento em direção horizontal (H) ou após o curvamento para a direção horizontal (H) uma deformação (5) mecânica da tira de metal (1). Para se obter uma superfície tão pobre em carepa quanto possível, é previsto de acordo com a invenção que, em direção de transporte (F) da tira de metal (1) depois da coquilha (3) e antes da deformação (5) mecânica da tira de metal (1), em um primeiro segmento (6) ocorre um resfriamento da tira de metal (1) com um índice de transmissão de calor entre 3.000 e 10.000 W/(m<sup>2</sup>K), sendo que em direção de transporte (F) depois do resfriamento, em um segundo segmento (7), mediante compensação de calor na tira de metal (1) sem ou com resfriamento reduzido da superfície da tira de metal (1), ocorre um aquecimento da superfície da tira de metal (1) para uma temperatura acima de Ac<sub>3</sub> ou Ar<sub>3</sub>, depois do que, em um terceiro segmento (8), ocorre a deformação (5) mecânica. A invenção se refere ainda a uma instalação de lingotamento contínuo, especialmente para execução desse processo.