REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 1002954-0

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

(21) Número do Depósito: PI 1002954-0

(22) Data do Depósito: 18/08/2010

(43) Data da Publicação do Pedido: 17/04/2012

(51) Classificação Internacional: B22D 7/00; B22D 7/10; B21B 1/46

(30) Prioridade Unionista: IT UD 2010 A 000124 de 22/06/2010

(54) Título: MÉTODO E INSTALAÇÃO DE LINGOTAMENTO E LAMINAÇÃO CONTÍNUOS PARA PERFIS METÁLICOS

(73) Titular: DANIELI & C. OFFICINE MECCANICHE S.P.A., Empresa Italiana. Endereço: Via Nazionale, 41, 33042 Buttrio (UD), ITÁLIA(IT)

(72) Inventor: GIANPIETRO BENEDETTI

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 18/08/2010, observadas as condições legais

Expedida em: 03/04/2018

Assinado digitalmente por:
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patente

"MÉTODO E INSTALAÇÃO DE LINGOTAMENTO E LAMINAÇÃO CONTÍNUOS PARA PERFIS METÁLICOS".

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção se refere a um método e a uma instalação para lingotamento contínuo e laminação contínua em linha, em modo contínuo ou semi-contínuo, de modo a preparar produtos metálicos longos laminados, tais como barras, vergalhões, vigas, trilhos ou seções em geral.

Antecedentes da Invenção

[0002] Instalações conhecidas no estado da técnica para a produção de produtos laminados longos proporcionam uma máquina de lingotamento contínuo e um laminador, o qual é disposto em linha e à jusante da máquina de lingotamento contínuo. Também é conhecido que, nas soluções em que o eixo de lingotamento contínuo definido pela máquina de lingotamento contínuo e o eixo de laminação definido pelo laminador coincidem, a instalação pode ser configurada e usada em modo sem fim (ou contínuo) ou em um modo semi-contínuo (isto é, começando a partir de segmentos de produtos fundidos cortados no tamanho).

[0003] Nessas soluções de operação, se o laminador para acidentalmente, por exemplo, devido a mal laminados, ou de maneira programada, por exemplo, para mudar canais ou mudar produção, é necessário parar o processo de laminação, o que também implica na interrupção da máquina de lingotamento contínuo; além disso, se o laminador para acidentalmente, torna-se necessário refugar pelo menos parte do material intermediário entre o ponto de lingotamento contínuo e o ponto de parada e também o

material que está sendo processado do distribuidor para o laminador.

[0004] Consequentemente, qualquer parada do laminador causa uma redução na produtividade e no fator de utilização da instalação, um aumento nos custos de gerenciamento e são a principal causa de um aumento na energia requerida.

[0005] Uma finalidade da presente invenção, portanto, é obter um processo de lingotamento contínuo em linha e laminação contínua, contínuo ou semi-contínuo e aperfeiçoar uma instalação de produção relativa que permite gerenciar a parada do laminador, substancialmente sem interrupção do lingotamento contínuo e, portanto, sem perda de produção e sem penalizar a instalação de aço à jusante.

[0006] Outra finalidade da invenção é reduzir a um mínimo ou eliminar o material de refugo em situações de emergência ou durante paradas programadas e, assim, recuperar completamente o produto que, nessas situações, é temporariamente acumulado em um ponto intermediário ao longo da linha de produção.

[0007] Outra finalidade da invenção é explorar ao máximo a entalpia possuída pelo aço líquido original ao longo de toda a linha de produção, a fim de obter uma economia considerável de energia e uma redução nos custos de funcionamento, comparado com os processos convencionais.

[0008] Outras finalidades da presente invenção são:

- garantir uma maior produtividade, igual à razão entre peso do produto acabado e peso do aço líquido para produzir uma tonelada;

- obter uma maior estabilidade do laminador e uma melhor qualidade dimensional do produto acabado;

- garantir a possibilidade de mudanças na produção em dimensão e tipo, sem parar o lingotamento contínuo, obtendo um fator de utilização da instalação maior.

[0009] O requerente planejou, testou e concretizou a presente invenção para superar as desvantagens do estado da técnica e obter essas e outras finalidades e vantagens.

Sumário da Invenção

[00010] A presente invenção é apresentada e caracterizada nas reivindicações independentes, enquanto as reivindicações dependentes descrevem outras características da invenção ou variantes para a ideia principal da invenção.

[00011] Uma instalação de lingotamento contínuo e laminação contínua para a produção de produtos longos de acordo com a presente invenção compreende uma máquina de lingotamento contínuo contínua única e um laminador disposto à jusante e em linha com a máquina de lingotamento contínuo. Por disposto em linha queremos dizer que um eixo de lingotamento contínuo hipotético da máquina de lingotamento contínuo é substancialmente coincidente e paralelo a um eixo de laminação hipotético dos tarugos e, portanto, essa configuração é particularmente adequada para fazer um processo do tipo contínuo; em qualquer caso, sempre é possível também obter um processo do tipo semi-contínuo.

[00012] Em algumas formas de modalidade, a máquina de lingotamento contínuo tem um cristalizador adequado para

fundir aço líquido em alta velocidade e alta produtividade (por exemplo, simplesmente como uma indicação, de 35 a 200 toneladas/ hora). Por lingotamento contínuo em alta velocidade queremos dizer que a máquina de lingotamento contínuo contínua pode fundir produtos, em relação à espessura, em uma velocidade que varia de cerca de 3 a cerca de 9 m/min.

[00013] Vantajosamente, o cristalizador produz uma seção substancialmente quadrangular, daqui em diante definida, em geral, como tarugos.

[00014] Na descrição e nas reivindicações, pelo termo tarugo queremos dizer um produto com uma seção quadrada ou um produto com uma seção substancialmente retangular ou uma forma alargada, em que a relação entre o lado longo e o lado curto está compreendida entre 1,02 e 4, isto é, pouco maior do que a seção quadrada até uma seção retangular em que o lado longo é até 4 vezes mais longo do que o lado curto.

[00015] Na presente invenção, a seção do produto fundido não está limitada a uma seção quadrangular com lados retos e paralelos dois a dois, mas também compreende seções com pelo menos um lado curvado, côncavo ou convexo, vantajosamente, mas não necessariamente opostos e especulares dois a dois ou combinações das geometrias anteriormente citadas.

[00016] Quando o cristalizador funde produtos tendo uma seção retangular, uma quantidade maior em toneladas de material em uma unidade de tempo é obtida, dada a mesma velocidade de lingotamento contínuo e espessura (ou altura)

da seção, isto é, um aumento da produtividade horária, por exemplo, maior do que 120 t/h.

[00017] Para dar um exemplo, os tarugos quadrados que são produzidos pelo lingotamento contínuo de acordo com a presente invenção têm dimensões variáveis entre 100 mm x 100 mm, 130 mm x 130 mm, 150 mm x 150 mm, 160 mm x 160 mm ou dimensões intermediárias, enquanto, para aumentar a produtividade, as seções retangulares têm dimensões variáveis entre 100 mm x 140 mm, 130 mm x 180 mm, 130 mm x 210 mm, 140 mm x 190 mm, 160 mm x 210 mm, 160 mm x 280 mm, 180 mm x 300 mm, 200 mm x 320 mm ou dimensões intermediárias.

[00018] Em geral, a seção de lingotamento contínuo tem uma superfície igual àquela de um quadrado, com lados iguais compreendidos entre 100 e 300 mm.

[00019] Quando um produto de metal com seção substancialmente retangular é fundido, uma unidade de laminação adicional é fornecida, consistindo de pelo menos uma cadeira de laminação, de modo a retornar o retângulo para uma forma quadrada/redonda/oval adequada para o laminador. A unidade adicional pode estar localizada imediatamente à jusante da máquina de lingotamento contínuo ou imediatamente à montante do laminador.

[00020] A linha de lingotamento contínuo e laminação contínua também compreende, à jusante do lingotamento contínuo, pelo menos uma tesoura para cortar os tarugos no tamanho, em segmentos de um comprimento desejado no modo semi-contínuo ou, em um caso de emergência, no modo contínuo. Por comprimento desejado dos segmentos queremos

dizer um valor compreendido entre 12 e 18 metros.

[00021] Além disso, a tesoura pode realizar um refugo de emergência do material que vem do lingotamento contínuo.

[00022] De acordo com um aspecto característico da presente invenção, à jusante da máquina de lingotamento contínuo, e em uma condição desalinhada, ou deslocada lateralmente, ambas em relação ao eixo de lingotamento contínuo e também em relação ao eixo de laminação, há uma unidade de manutenção que inclui um forno tipo caixa (ou caixa térmica), configurado para atuar como uma câmara, a fim de manter a temperatura e acumular tarugos, particularmente, mas não exclusivamente, no caso de uma interrupção temporária do laminador, por exemplo, para permitir intervenções de manutenção programadas ou mudanças de canal ou produção ou por causa de acidentes.

[00023] Dessa maneira, a máquina de lingotamento contínuo não tem que ser necessariamente parada, mas apenas ter a velocidade reduzida na medida em que o produto que sai é sequencialmente cortado em tarugos em dimensões pré-definidas e é retirado de linha no interior do forno tipo caixa, onde é substancialmente mantido em uma temperatura de operação, não sendo assim forçado pelo laminador que parou. Os tarugos acumulados e mantidos em temperatura são então mais uma vez alimentados em direção ao laminador, uma vez que a operação deste último foi restabelecida. Os tarugos são acumulados/descarregados de acordo com o critério UEPS (o último a entrar é o primeiro a sair).

[00024] A presente solução permite reduzir, se não

eliminar, perdas na produção no caso de interrupção do laminador, aumentando grandemente o fator de utilização e a produtividade da instalação; assim, é possível reduzir os custos de funcionamento, obter maior estabilidade do laminador e uma melhor qualidade dimensional do produto acabado, bem como garantir a possibilidade de mudanças na produção em dimensão e tipo, sem nunca parar o lingotamento contínuo

[00025] Graças ao forno tipo caixa, a produtividade global também é aumentada; na verdade, no caso de interrupção acidental do laminador durante o lingotamento contínuo:

- o aço, que no momento do acidente no laminador deve ser encontrado no distribuidor (a qual carrega o aço líquido no cristalizador) no começo do laminador, não tem que ser refugado, nem o aço remanescente na panela, o qual frequentemente não pode ser recuperado;

- no caso de um bloqueio acidental do laminador, os tarugos já agarrados em uma ou mais cadeiras de laminação podem ser retornados para o interior do forno e lá mantidos, também em temperatura, impedindo qualquer segmentação e, portanto, qualquer perda de material.

[00026] Os tarugos entram no forno tipo caixa em uma temperatura média de cerca de 1100°C; a temperatura média dos tarugos na saída do forno está compreendida entre cerca de 900°C e cerca de 1100°C.

[00027] O forno tipo caixa funciona apenas como uma “câmara de manutenção” em um dos seguintes modos:

1) a carga entra a 1100°C e é mantida a 1100°C (o que

significa que as temperaturas na câmara do forno estão ajustadas em 1100-1120°C); não é necessário ter um indutor à jusante do forno;

2) a carga entre a 1100°C e é mantida > 900°C (o que significa que as temperaturas na câmara do forno estão ajustadas em 920°C-950°C), a fim de recuperar, por meio de um indutor localizado imediatamente à jusante, as temperaturas de laminação requeridas.

[00028] No caso 2), o forno tipo caixa tem um consumo de gás limitado ao que é necessário para manter a caixa em uma temperatura menor do que a carga que entra na mesma.

[00029] Dessa maneira, o consumo oscilará do valor de trabalho a quase zero.

[00030] Quando o forno está vazio, o consumo é aquele necessário para estar pronto e adequadamente quente.

[00031] Por outro lado, quando o forno recebe (e retorna imediatamente) um único tarugo em uma temperatura maior (cujo tarugo é permitido perder temperatura), então o consumo tenderá a diminuir de acordo com a quantidade de calor que o tarugo perderá, relativamente a quanto tempo o único tarugo permanece no interior.

[00032] Se, por outro lado, o forno acumula uma pluralidade de tarugos, então o consumo tenderá a diminuir até zero, uma vez que, naquele transiente, o forno é preenchido com uma massa de ferro que está mais quente do que quando ela sai do forno.

[00033] Vantajosamente, a capacidade de acúmulo ou tempo de armazenamento temporário do forno tipo caixa é tal

que possa conter um número de tarugos, em peso, igual a uma panela de aço de 70 toneladas.

[00034] Como dissemos, em algumas soluções não restritivas dentro do escopo da invenção, na saída da unidade de manutenção ou, em qualquer caso, à jusante da mesma, pode haver pelo menos um forno indutor que tem a função de trazer a temperatura dos tarugos para valores adequados para laminação, pelo menos quando a temperatura em que eles saem do forno é de cerca de 1050°C ou menor.

[00035] O forno indutor pode estar presente, ou também presente, em uma posição intermediária entre as cadeiras de laminação do laminador e com sua ação permite uma maior uniformidade de aquecimento dos tarugos, em particular para aquecer as bordas, evitando assim a formação de trincas nessas zonas durante a laminação.

[00036] Em uma solução preferida da invenção, a unidade de manutenção também compreende uma pista de roletes, conectando a máquina de lingotamento contínuo e o laminador. Em uma primeira modalidade, a pista de roletes está localizada fora do forno tipo caixa e os tarugos são alimentados para o forno tipo caixa ou descarregados do mesmo. Em outra modalidade, a pista de roletes está localizada diretamente no interior do forno tipo caixa.

[00037] De acordo com outra forma de modalidade, o forno tipo caixa substancialmente compreende uma porta dianteira para a introdução/remoção dos tarugos no/do forno, a fim de fechar o forno tipo caixa; um revestimento de forno refratário; um aparelho de combustão com queimadores superiores, ou queimadores inferiores, ou ambos

os queimadores superiores e inferiores e remoção de fumaça a partir de baixo para uma chaminé de tiragem natural ou forçada; e uma pluralidade de elementos longitudinais em fusão para suportar a carga que se acumulou no interior do forno tipo caixa.

[00038] De acordo com outra forma de modalidade, o forno tipo caixa compreende duas portas laterais, por exemplo, uma para introdução e uma para remoção dos tarugos.

[00039] De acordo com outra forma de modalidade, a instalação compreende uma ou mais cabeças de impulso adequadas para mover os tarugos no interior do forno tipo caixa e também alimentar e subsequentemente capturá-los e redepositá-los na pista de roletes.

[00040] Vantajosamente, uma ou mais cabeças de "contra-impulso" são fornecidas para esvaziar o forno tipo caixa a partir de dentro.

[00041] De acordo com outra forma de modalidade, no lugar das cabeças de impulso, o forno tipo caixa compreende uma pluralidade de grelhas móveis longitudinais, as quais são fornecidas para mover os tarugos.

[00042] De acordo com uma forma de modalidade, a linha de laminação compreende uma ou mais tesouras dispostas imediatamente à montante do laminador ou mesmo em uma posição intermediária entre as cadeiras de laminação do laminador, de modo a ser capaz de cortar o produto fundido também durante a etapa de laminação e alimentá-lo para a unidade de manutenção, em condições em que a laminação é interrompida acidentalmente.

[00043] De acordo com outra forma de modalidade, a linha de laminação compreende um ou mais, vantajosamente três, maçaricos de corte de oxiacetileno, possivelmente rastreados, dispostos entre a tesoura para corte no tamanho à jusante do lingotamento contínuo e a tesoura de corte à montante do laminador e adequados para cortar o produto fundido no segmento compreendido entre as tesouras em segmentos a serem alimentados ao forno tipo caixa, em condições em que a laminação é interrompida acidentalmente.

[00044] Um método de laminação para a produção de produtos longos também está dentro do campo da presente invenção, compreendendo uma etapa de lingotamento contínuo contínua de tarugos e uma etapa de laminação em linha subsequente à etapa de lingotamento contínuo, para a produção de produtos laminados longos.

[00045] De acordo com um aspecto característico da presente invenção, quando a etapa de laminação é interrompida, uma etapa de acúmulo e manutenção de temperatura é proporcionada, a qual proporciona o acúmulo de uma pluralidade de tarugos cortados no tamanho, em uma posição deslocada dos eixos de lingotamento contínuo e laminação, no interior de um forno tipo caixa em uma condição de manutenção de temperatura, durante um tempo correlacionado com a intervenção para restaurar a laminação, de modo a permitir a continuidade da etapa de lingotamento contínuo.

[00046] O processo, deste modo, proporciona definir um depósito de acúmulo entre o lingotamento contínuo e a laminação, com o tempo em que os tarugos lá permanecem

sendo igual ao tempo da intervenção para restaurar a etapa de laminação.

Breve Descrição das Figuras

[00047] Estas e outras características da presente invenção tornar-se-ão evidentes a partir da descrição a seguir de uma forma preferencial de modalidade, dada como um exemplo não restritivo com referência às figuras anexas, em que:

- as figuras de 1 a 3 mostram três esquemas possíveis de uma instalação de laminação de acordo com a presente invenção;
- a figura 4 mostra um detalhe ampliado de um dos esquemas das figuras de 1 a 3;
- a figura 5 mostra um corte de V a V na figura 4;
- a figura 6 mostra uma primeira variante possível da figura 5;
- a figura 7 mostra uma segunda variante possível da figura 5;
- a figura 8 mostra uma variante possível da figura 4; e
- as figuras 9-12 mostram exemplos de algumas das diferentes seções que podem ser fundidas com a instalação na figura 1.

Descrição Detalhada de Algumas Formas Preferenciais de Modalidade

[00048] Com referência às figuras em anexo, a figura 1 mostra um primeiro exemplo de um esquema 10 de uma instalação para a produção de produtos longos de acordo com a presente invenção.

[00049] O esquema 10 na figura 1 compreende,

nos elementos essenciais mostrados, uma máquina de lingotamento contínuo contínua 11 com apenas uma linha, a qual usa um cristalizador ou outro dispositivo adequado para fundir tarugos de vários formatos e tamanhos, principalmente quadrangulares com lados retos, curvados, côncavos ou convexos ou outros. Alguns exemplos de seções que podem ser fundidas com a presente invenção são mostrados nas figuras 9-12, as quais mostram, respectivamente, uma seção retangular com lados retos e paralelos (figura 9), uma seção com lados curtos com uma curvatura convexa e lados longos retos e paralelos (figura 10), uma seção com lados curtos tendo uma curvatura convexa no centro e com lados longos retos e paralelos (figura 11) e uma seção com lados curtos com uma curvatura côncava e lados longos retos e paralelos (figura 12).

[00050] A máquina de lingotamento contínuo contínua 11 está disposta sobre uma linha coincidente com a linha de laminação definida por um laminador 16 localizado à jusante. Dessa forma, é possível obter um processo contínuo, isto é, sem qualquer interrupção na continuidade. Um processo semi-contínuo também pode ser obtido.

[00051] Em algumas formas de modalidade, a máquina de lingotamento contínuo contínua 11 pode ser de alta produtividade e pode atingir velocidades de lingotamento contínuo compreendidas entre 3 e 9 m/min, de acordo com o tipo de produto (seção, qualidade do aço, produto final a ser obtido, etc.), e pode também fundir seções com um formato ampliado, isto é, com um tamanho prevalecendo sobre o outro, em uma proporção compreendida,

de preferência, entre 1,02 e 4.

[00052] Em particular, a máquina de lingotamento contínuo contínua 11 permite obter uma produtividade que varia de 35 toneladas/h a 200 toneladas/h.

[00053] Meramente para fornecer um exemplo, os tarugos fundidos quadrados são dimensionados, de maneira variável, entre 100 mm x 100 mm, 130 mm x 130 mm, 150 mm x 150 mm, 160 mm x 160 mm ou dimensões intermediárias, enquanto, para aumentar a produtividade, as seções retangulares têm dimensões variáveis entre 100 mm x 140 mm, 130 mm x 180 mm, 130 mm x 210 mm, 140 mm x 190 mm, 160 mm x 210 mm, 160 mm x 280 mm, 180 mm x 300 mm, 200 mm x 320 mm ou dimensões intermediárias. De um modo geral, a seção fundida tem uma superfície igual àquela de um quadrado com lados equivalentes compreendidos entre 100 e 300 mm.

[00054] À jusante da máquina de lingotamento contínuo contínua 11 há uma tesoura para corte no tamanho 12, a qual pode cortar os tarugos fundidos em segmentos de um comprimento desejado, tanto para o funcionamento da instalação 10 em modo semi-contínuo, como será explicado aqui depois em detalhes, como para o funcionamento da instalação 10 em modo contínuo, no caso de uma parada do laminador 16. A tesoura 12 também pode realizar uma operação de emergência de refugo de material que chega do lingotamento contínuo.

[00055] Se uma seção retangular for fundida, uma unidade de redução/desbaste adicional 13 também pode estar presente (figuras 2 e 3), geralmente consistindo de 1

a 4 cadeiras de laminação e, nesse caso, três cadeiras de laminação vertical/horizontal/vertical ou vertical/vertical/ horizontal alternadas. Também é possível usar apenas uma cadeira de laminação vertical. As cadeiras de laminação são usadas para retornar a seção fundida, tendo um formato ampliado para uma seção quadrada, redonda ou oval ou pelo menos que seja menos ampliada do que a seção inicial, de forma a torná-la adequada para laminação no laminador 16 localizado à jusante. Deve ser entendido que o número de cadeiras de laminação pode ser escolhido de 1 a 4, de acordo com os parâmetros globais de projeto da linha e dos produtos a serem continuamente fundidos.

[00056] A melhor posição para a unidade de redução/desbaste adicional 13 ao longo da linha compreendida do final do lingotamento contínuo ao início do laminador 16 é estabelecida em relação à velocidade obtenível na entrada para a primeira cadeira de laminação da unidade. Por exemplo, se a velocidade está compreendida entre 3 e 4,8 m/min (0,05 m/s e 0,08 m/s), a unidade de redução/desbaste 13 está posicionada imediatamente à jusante da máquina de lingotamento contínuo contínua 11 e à montante da tesoura 12 (figura 3), enquanto que, se a velocidade na entrada para a cadeira de laminação é maior, por exemplo, compreendida entre 5 e 9 m/min, a unidade de redução/desbaste adicional 13 é colocada no início do laminador 16 e à jusante do forno tipo caixa de manutenção 14 (figura 2), conforme nós observaremos posteriormente.

[00057] Outro parâmetro que pode condicionar a escolha da inserção da unidade adicional de

redução/desbaste 13 imediatamente à jusante da máquina de lingotamento contínuo contínua e à montante da tesoura 12 é o fator de energia.

[00058] De fato, quando a primeira redução na seção é realizada imediatamente à jusante do lingotamento contínuo, imediatamente após o fechamento do cone metalúrgico, o consumo de energia é reduzido, uma vez que a redução na seção ocorre em um produto com um núcleo que ainda está muito quente e, portanto, é possível usar uma força menor de compressão e usar cadeiras de laminação menores que requerem menos energia instalada.

[00059] Nos três esquemas mostrados como exemplos nas figuras de 1-3, à jusante da máquina de lingotamento contínuo contínua 11, um forno tipo caixa de manutenção 14 é disposto, do tipo horizontal, disposto desalinhado ou pelo menos deslocado lateralmente em respeito à linha de lingotamento contínuo e à linha de laminação definidas, respectivamente, pela máquina de lingotamento contínuo contínua 11 e o laminador 16.

[00060] O forno tipo caixa 14 (figura 5) compreende, substancialmente, pelo menos uma porta dianteira 22 para introdução/remoção dos tarugos no/do forno, a fim de fechar o forno tipo caixa 14, um revestimento de forno refratário 23, um aparelho de combustão 25 com queimadores superiores e inferiores, uma instalação para remover a fumaça 26 de baixo e/ou de cima até uma chaminé de tiragem natural ou forçada 27 e uma pluralidade de elementos longitudinais 29 fixados, em fusão, para suportar a carga que se acumulou no interior do forno tipo caixa 14.

[00061] Além disso, com referência particular à figura 4, a instalação 10 compreende uma ou mais cabeças de impulso 30 adequadas para alimentar os tarugos no forno tipo caixa 14 e também para, subsequentemente, capturá-los e redepositá-los na pista de roletes 20.

[00062] Vantajosamente, uma ou mais cabeças de "contra-impulso" 31 são fornecidas, conformadas para esvaziar o forno tipo caixa 14 a partir de dentro.

[00063] O forno tipo caixa 14 funciona principalmente como um depósito de acúmulo para os tarugos, em particular no caso de uma interrupção no funcionamento do laminador 16 devido a acidentes ou para uma mudança de rolo programada ou para uma mudança de produção.

[00064] O forno tipo caixa 14 também funciona como uma câmara de manutenção, mantendo a temperatura dos tarugos entre a entrada e a saída entre cerca de 900°C e cerca de 1100°C.

[00065] Após o funcionamento do laminador 16 ter sido restabelecido, os tarugos acumulados e mantidos em temperatura são enviados para o laminador 16 de acordo com modos de operação pré-definidos, restabelecendo o ciclo normal de funcionamento da instalação 10.

[00066] Vantajosamente, a capacidade do forno tipo caixa para acumular tarugos, ou o chamado armazenamento temporário, é tal que contenha uma quantidade de tarugos que é igual em peso a uma panela de aço de 70 toneladas.

[00067] Em particular, a máquina de lingotamento contínuo contínua 11 e o laminador 16 são conectados um ao outro por meio de uma pista de roletes 20 fornecida,

substancialmente, em correspondência ao forno tipo caixa 14.

[00068] Com referência à forma de modalidade dada como um exemplo na figura 6, acima da pista de roletes 20, em associação pelo menos com a abertura dianteira 22, é fornecida uma cobertura térmica 32, por exemplo, consistindo de capotas isoladas passivas, o que limita a dissipação de calor a um mínimo e, portanto, limita o resfriamento dos tarugos em trânsito na pista de roletes da máquina de lingotamento contínuo contínua 11 para o laminador 16, consequentemente economizando energia.

[00069] Na forma de modalidade mostrada na figura 7, o revestimento de forno 23 do forno tipo caixa 14 é conformado de modo a alojar no seu interior a pista de roletes 20. Nessa forma de modalidade, a abertura dianteira 22 não é fornecida e, na condição normal de trabalho da instalação, as dispersões de calor do tarugo em trânsito na pista de roletes 20, na parte que passa no interior do forno tipo caixa 14, são ainda limitadas.

[00070] Na forma de modalidade mostrada na figura 8, o revestimento de forno 23 do forno tipo caixa 14 é conformado de modo a alojar no seu interior duas pistas de roletes, respectivamente, uma primeira 20a alinhada com os eixos de lingotamento contínuo e laminação e uma segunda 20b alinhada com um possível eixo de descarga, substancialmente paralelo aos eixos de lingotamento contínuo e de laminação. Nessa forma de modalidade, na condição onde a parada do laminador 16 dura mais do que a capacidade de armazenamento temporário do forno tipo caixa

14, a fim de não parar a máquina de lingotamento contínuo contínua 11, os tarugos são descarregados progressivamente da segunda pista de roletes 20b para fora do forno tipo caixa 14 e para fora da linha, por exemplo, em uma plataforma de coleta, para permitir, em qualquer caso, introduzir no interior do forno tipo caixa 14 novos tarugos quentes que chegam da máquina de lingotamento contínuo contínua 11.

[00071] Nessa modalidade, o forno tipo caixa 14 poderia reprocessar tarugos rejeitados com um aquecimento na temperatura de laminação, ou menos.

[00072] A segunda pista de roletes 20b, paralela aos eixos de lingotamento contínuo e de laminação, para retirar os tarugos, poderia ser fornecida também para as modalidades conforme descrito com referência às figuras de 4 a 7.

[00073] No esquema 10 mostrado nas figuras 2 e 3, imediatamente à jusante do forno tipo caixa 14 e à montante do laminador 16, é fornecido um indutor 15 com a função de levar a temperatura dos tarugos que saem do forno tipo caixa 14 para valores adequados para laminação, pelo menos se a temperatura em que eles deixam o forno estiver em torno de 1050°C ou menor. Por exemplo, quando os tarugos são mantidos no interior do forno tipo caixa 14 em uma temperatura compreendida entre cerca de 920°C e cerca de 950°C, então o indutor 15 na saída do forno tipo caixa 14 proporciona o restabelecimento da temperatura para um valor maior do que cerca de 1000°C, enquanto que, se os tarugos são mantidos no interior do forno tipo caixa 14 a uma

temperatura compreendida entre cerca de 1050°C e cerca de 1080°C, então não é necessário proporcionar, ou fornecer a função, do indutor 15 na saída do forno tipo caixa 14.

[00074] O número de cadeiras de laminação 17 usadas no laminador 16 varia de 3-4 a 15-18 e mais, dependendo do tipo de produto final a ser obtido, da espessura do produto fundido, da velocidade de lingotamento contínuo e ainda de outros parâmetros.

[00075] À montante do laminador 16 há uma tesoura de corte 18, por exemplo, uma tesoura hidráulica, a qual não somente corta a cabeça do tarugo antes que ele entre nas cadeiras de laminação do laminador, mas também pode realizar operações de emergência de refugo.

[00076] Na forma de modalidade mostrada na figura 3, a instalação 10 compreende três maçaricos de corte de oxiacetileno 21a, 21b, 21c, dispostos em correspondência com a pista de roletes 20 e móveis linear e perpendicularmente à pista de roletes 20 por meio de cursores relativos não mostrados. Os maçaricos de corte de oxiacetileno 21a, 21b, 21c são configurados para intervir simultaneamente e cortar um segmento contínuo do tarugo, vantajosamente em quatro partes iguais, indicadas pela referência “a” no esquema da figura 3. Com essa finalidade, o posicionamento recíproco dos maçaricos é igual à referida distância “a” e também a distância da tesoura 12 até o maçarico 21a e a distância do maçarico 21c até a tesoura 18 são ambas iguais a “a”. Além disso, os maçaricos 21a, 21b são posicionados substancialmente em correspondência com as extremidades da porta dianteira 22 do forno tipo caixa 14,

de modo que os segmentos de tarugo cortados pelos maçaricos têm tamanhos tais que podem ser introduzidos diretamente no interior do forno tipo caixa 14.

[00077] Se o indutor 15 for fornecido a fim de restabelecer a temperatura, ele é feito vantajosamente em duas partes ou em duas metades, conforme mostrado na figura 3, de modo que o maçarico 21c possa ter um espaço livre para cortar o tarugo em correspondência com o ponto de interrupção.

[00078] Por exemplo, de acordo com a modalidade mostrada na figura 3, se a instalação estiver funcionando em modo contínuo (isto é, com o material agarrado, simultaneamente, na máquina de lingotamento contínuo contínua e nas cadeiras de laminação) e uma parada acidental do laminador 16 ocorrer, o seguinte ciclo de emergência é acionado:

- a tesoura 12 e a tesoura 18 cortam o segmento contínuo de tarugo compreendido entre elas;
- a máquina de lingotamento contínuo tem a velocidade temporariamente reduzida, por exemplo, metade da velocidade de lingotamento contínuo, e a tesoura 12 começa a refugar o material que chega do lingotamento contínuo;
- os maçaricos de corte de oxiacetileno rastreados 21a, 21b, 21c intervêm, simultaneamente, para cortar o segmento de tarugo em quatro partes iguais, indicadas com a referência “a”;
- o segmento de tarugo compreendido entre os maçaricos 21a e 21b é o primeiro a ser impulsionado pelas cabeças de impulso 30 através da porta dianteira 22 no interior do

forno tipo caixa 14;

- subsequentemente, os segmentos de tarugo compreendidos, respectivamente, nos segmentos 12-21a, 21b-21c, 21c-18 são levados pelas pistas de roletes (que os fazem avançar ou recuar) em correspondência com a porta dianteira 22 do forno tipo caixa 14 e, então, impulsionados para dentro pelas cabeças de impulso 30; e

- a tesoura 12 para o refugo e começa a cortar no tamanho os tarugos que chegam da máquina de lingotamento contínuo contínua em segmentos de um comprimento pré-definido (passagem para o modo semi-contínuo), os quais são impulsionados para dentro do forno tipo caixa 14, onde se acumulam e são mantidos em temperatura.

[00079] Os tarugos descarregados e acumulados no forno tipo caixa 14 durante os períodos em que o laminador 16 é parado são recuperados completamente, quando são iniciados mais uma vez e são reintroduzidos na linha de laminação através das cabeças de impulso 30, das cabeças de contra-impulso 31 e da pista de roletes 20.

[00080] Diferentes modos podem ser fornecidos para reiniciar os tarugos, por exemplo, progressivamente, alternados com os tarugos que chegam do lingotamento contínuo ou em uma única solução no final da produção de lingotamento contínuo, por exemplo, ao final do dia, ou outro. Outro parâmetro de importância particular é a redução acentuada no consumo de gás natural para alimentação do forno tipo caixa 14, tanto quanto 1/5, em relação às soluções tradicionais.

[00081] Outros componentes conhecidos no estado da

técnica, tais como raspadores, medidores, etc., não mostrados, estão normalmente presentes ao longo do esquema 10, presente nas figuras anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para preparar produtos metálicos longos laminados **caracterizado pelo** fato de compreender:

fornecer um lingotamento contínuo feito por uma única máquina de lingotamento contínuo (11), que define um eixo de lingotamento contínuo;

fundir um produto de lingotamento contínuo com uma seção quadrangular ou equivalente, tendo uma superfície igual àquela de um quadrado com lados equivalentes compreendidos entre 100 e 300 mm;

realizar a redução da seção em um laminador (16) que define um eixo de laminação substancialmente coincidente com o eixo de lingotamento contínuo;

cortar o produto fundido a uma pluralidade de segmentos; e

realizar acúmulo seletivo e manutenção de uma temperatura da pluralidade de segmentos do produto fundido, em uma posição desalinhada lateralmente em relação ao eixo de lingotamento contínuo e/ou ao eixo de laminação, no interior de um forno tipo caixa de manutenção (14), tendo uma capacidade de armazenamento que é igual em peso a 70 toneladas de panela de aço, durante um tempo correlacionado a uma condição de interrupção temporária da etapa de redução, de modo a permitir a continuidade da etapa de lingotamento contínuo,

em que quando ocorre a interrupção temporária, transformando os segmentos do produto fundido cortados no tamanho no forno tipo caixa de manutenção ao longo de uma direção substancialmente transversal com relação aos eixos

de lingotamento contínuo e rolamento, por cabeças de impulso que são móveis ao longo da referida direção substancialmente transversal, e depois recuperando os segmentos a partir do forno tipo caixa de manutenção e reintroduzindo os segmentos nos eixos de lingotamento contínuo e rolamento de acordo com um movimento em direção inversa pelas cabeças de impulso ou pelas cabeças de contra-impulso localizadas no lado oposto do forno tipo caixa de manutenção com relação às cabeças de impulso.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que a referida máquina de lingotamento contínuo opera em uma velocidade de lingotamento contínuo entre 3 e 9 m/min e com uma produção horária entre 35 t/h e 200 t/h.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de compreender ainda proporcionar uma etapa de redução/desbaste do produto fundido realizada por uma unidade de redução adicional (13) incluindo pelo menos uma cadeira de laminação.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de compreender ainda proporcionar uma rápida etapa de aquecimento realizada através de pelo menos um indutor (15) colocado imediatamente em uma saída da caixa de manutenção (14) e/ou em uma posição intermediária entre cadeiras de laminação (17) do laminador (16).

5. Linha de lingotamento contínuo e laminação contínua para preparar produtos metálicos longos laminados **caracterizada pelo** fato de compreender:

uma máquina de lingotamento contínuo (11) de linha única, que define um eixo de lingotamento contínuo, capaz de fundir um produto com uma seção quadrangular ou equivalente tendo uma superfície igual àquela de um quadrado com lados equivalentes compreendidos entre 100 e 300 mm;

um laminador (16) que define um eixo de laminação substancialmente coincidente com o eixo de lingotamento contínuo; e

um forno tipo caixa de manutenção (14) disposto à jusante e em uma posição desalinhada ou deslocada lateralmente em relação ao eixo de lingotamento contínuo e/ou ao eixo de laminação, em que uma pluralidade de segmentos de produto fundido, cortados no tamanho, são capazes de serem introduzidos, de modo a serem acumulados em uma condição de temperatura mantida, em uma posição desalinhada em relação ao eixo de lingotamento contínuo e/ou ao eixo de laminação, durante um tempo correlacionado a uma condição de parada temporária do laminador (16), sem interromper o funcionamento da máquina de lingotamento contínuo de linha única (11);

cabeças de impulso móveis de acordo com uma direção substancialmente transversal com relação aos eixos de lingotamento contínuo e rolamento, para seletivamente transformar os segmentos do produto fundido cortados no/a partir do tamanho no forno tipo caixa de manutenção de acordo com a referida direção substancialmente transversal; e

cabeças de contra-impulso localizadas no lado oposto

do forno tipo caixa de manutenção com relação às cabeças de impulso para recuperar os segmentos do produto fundido cortado no tamanho a partir do forno tipo caixa de manutenção e reintroduzir os segmentos nos eixos de lingotamento contínuo e rolamento de acordo com um movimento em direção inversa.

6. Linha de lingotamento contínuo e laminação contínua, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada pelo** fato de compreender ainda:

meios de corte (12), dispostos à jusante da máquina de lingotamento contínuo (11), para cortar no tamanho o produto fundido nos segmentos de comprimento desejado; e

meios de corte (18), dispostos à montante do laminador (16), para cortar a extremidade principal do produto fundido antes de um dos segmentos do produto fundido entrar nas cadeiras de laminação do referido laminador (16).

7. Linha de lingotamento contínuo e laminação contínua, de acordo com a reivindicação 5 ou 6, **caracterizada pelo** fato de compreender ainda um maçarico de corte de oxiacetileno (21a, 21b, 21c) capaz de cortar um segmento contínuo de produto fundido posicionado entre os referidos meios de corte (12) e (18) em segmentos adequados para serem introduzidos no referido forno da caixa de manutenção (14).

8. Linha de lingotamento contínuo e laminação contínua, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 5 a 7, **caracterizada pelo** fato de compreender ainda um forno indutor (17) disposto pelo menos em uma saída do forno da caixa de manutenção (14) ou, em qualquer caso, à jusante do

mesmo, e capaz de levar a temperatura dos segmentos de produto fundido para valores adequados para laminação.

9. Linha de lingotamento contínuo e laminação contínua, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 5 a 8, **caracterizada pelo** fato de compreender ainda uma pista de roletes (20) conectando a máquina de lingotamento contínuo (11) e o laminador (16), a referida pista de roletes (20) estando localizada fora ou dentro do forno da caixa de manutenção (14), de modo a alimentar os segmentos de produto fundido para o referido forno da caixa de manutenção (14) ou descarregá-los do referido forno da caixa de manutenção (14).

10. Linha de lingotamento contínuo e laminação contínua, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada pelo** fato de que compreende ainda uma unidade de redução adicional, posicionada entre a saída da máquina de lingotamento contínuo (11) e a entrada para o laminador (16), em que a unidade de redução adicional (13) inclui uma cadeira de laminação.

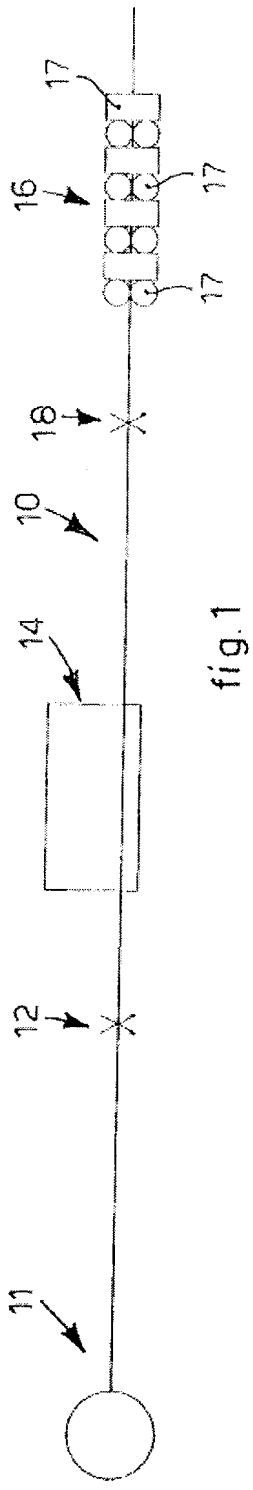


fig. 1

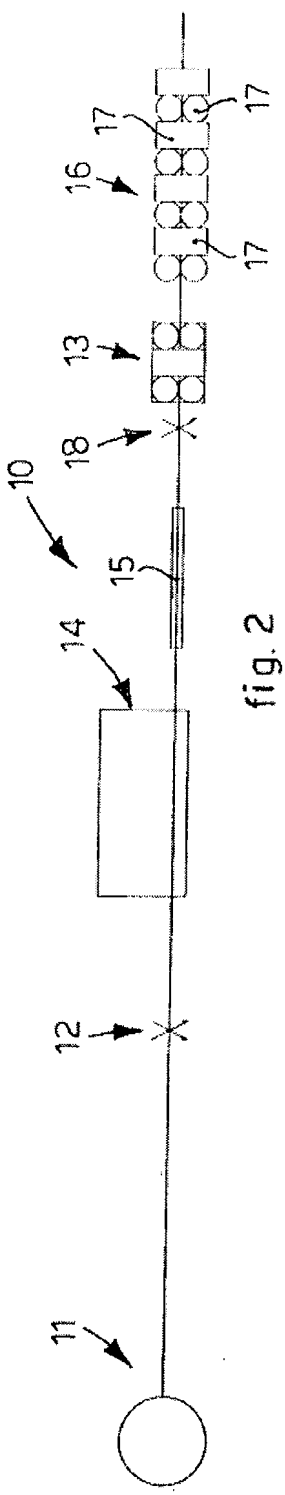


fig. 2

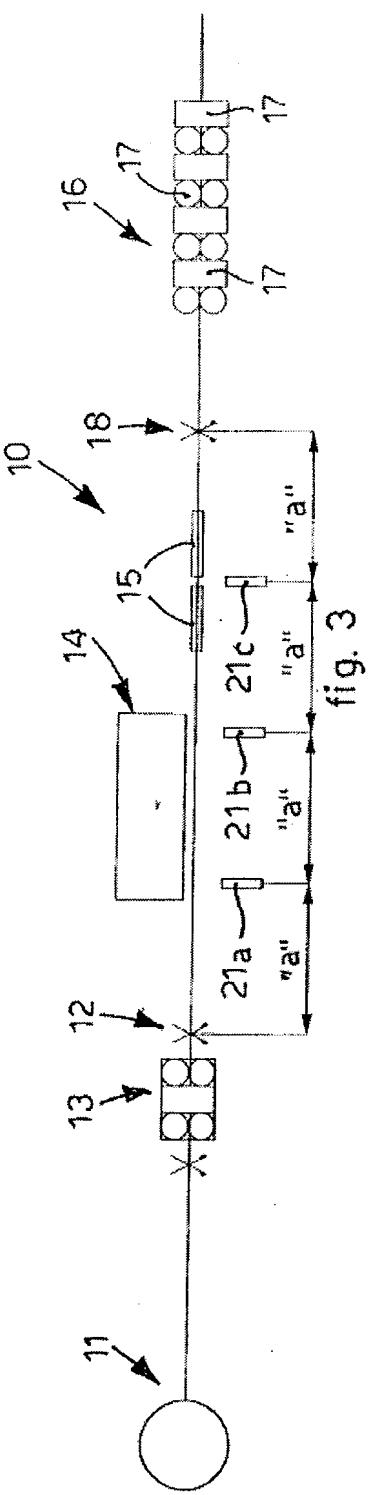


fig. 3

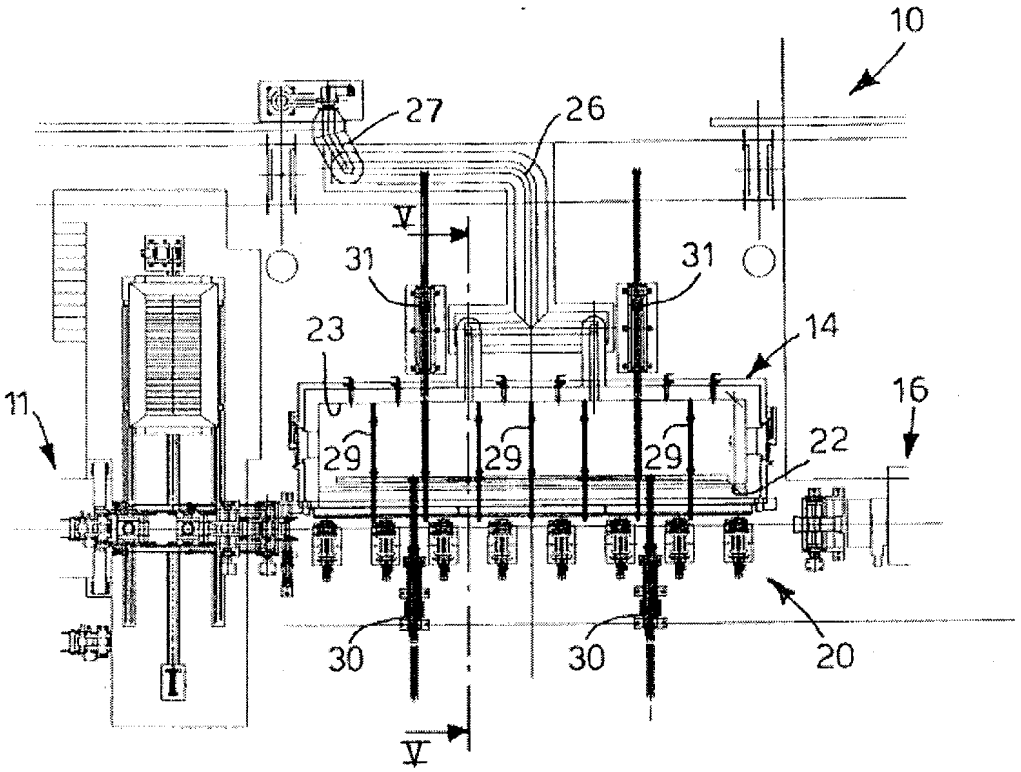


fig. 4

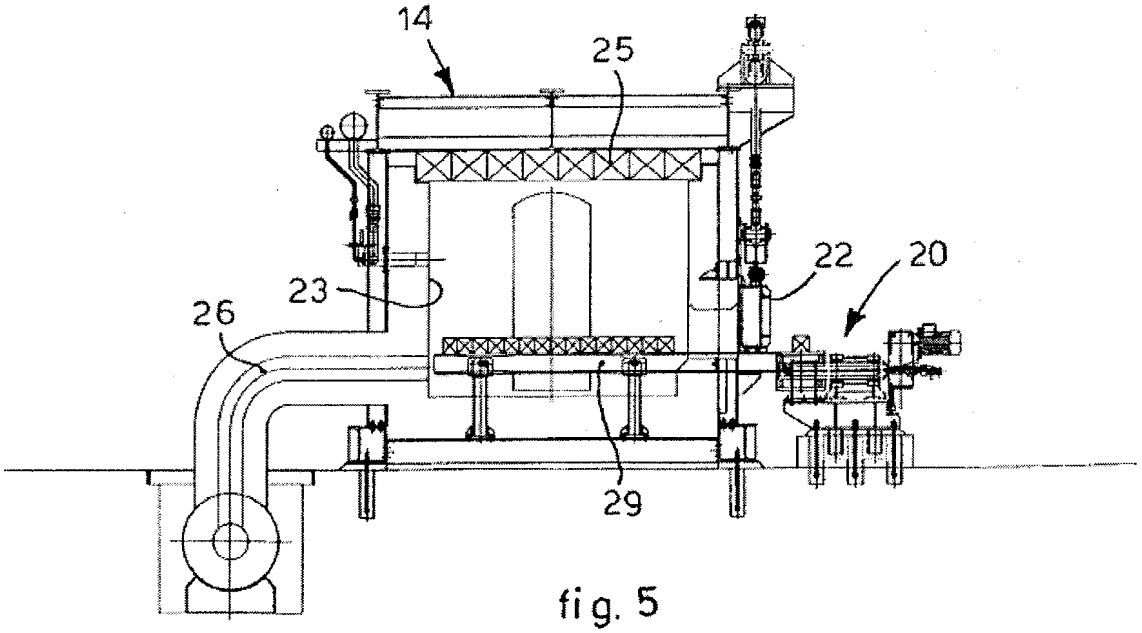


fig. 5

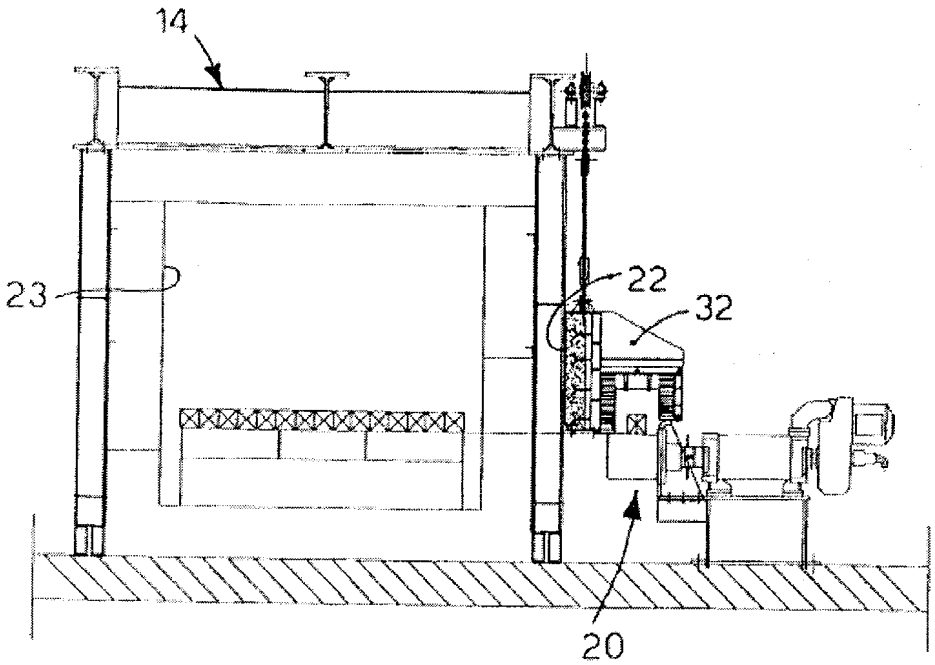


fig. 6

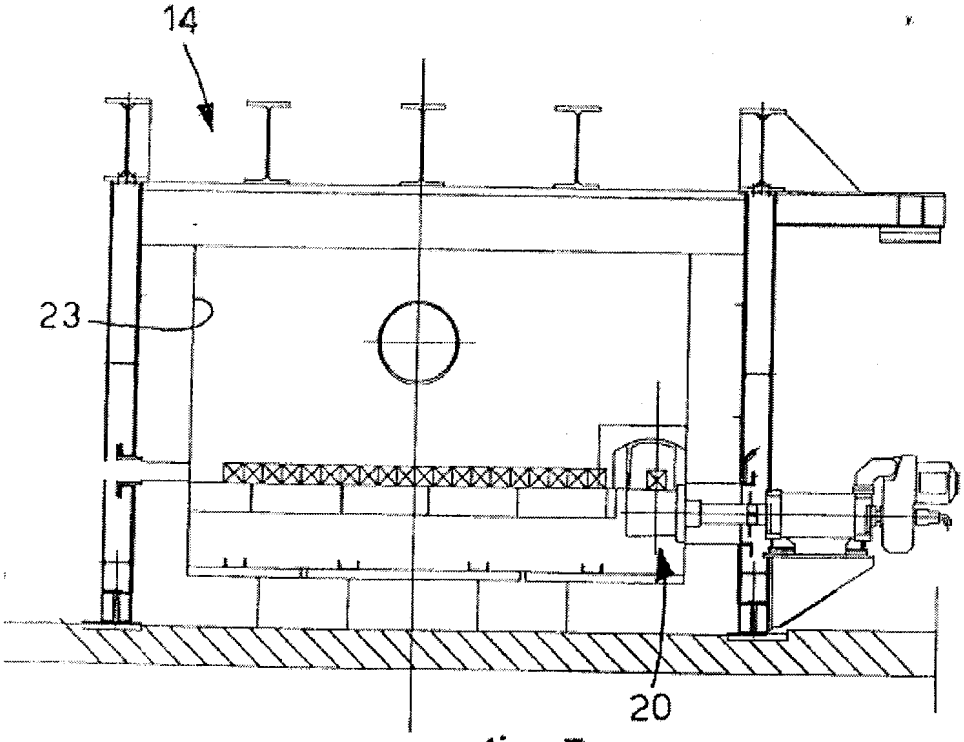


fig. 7

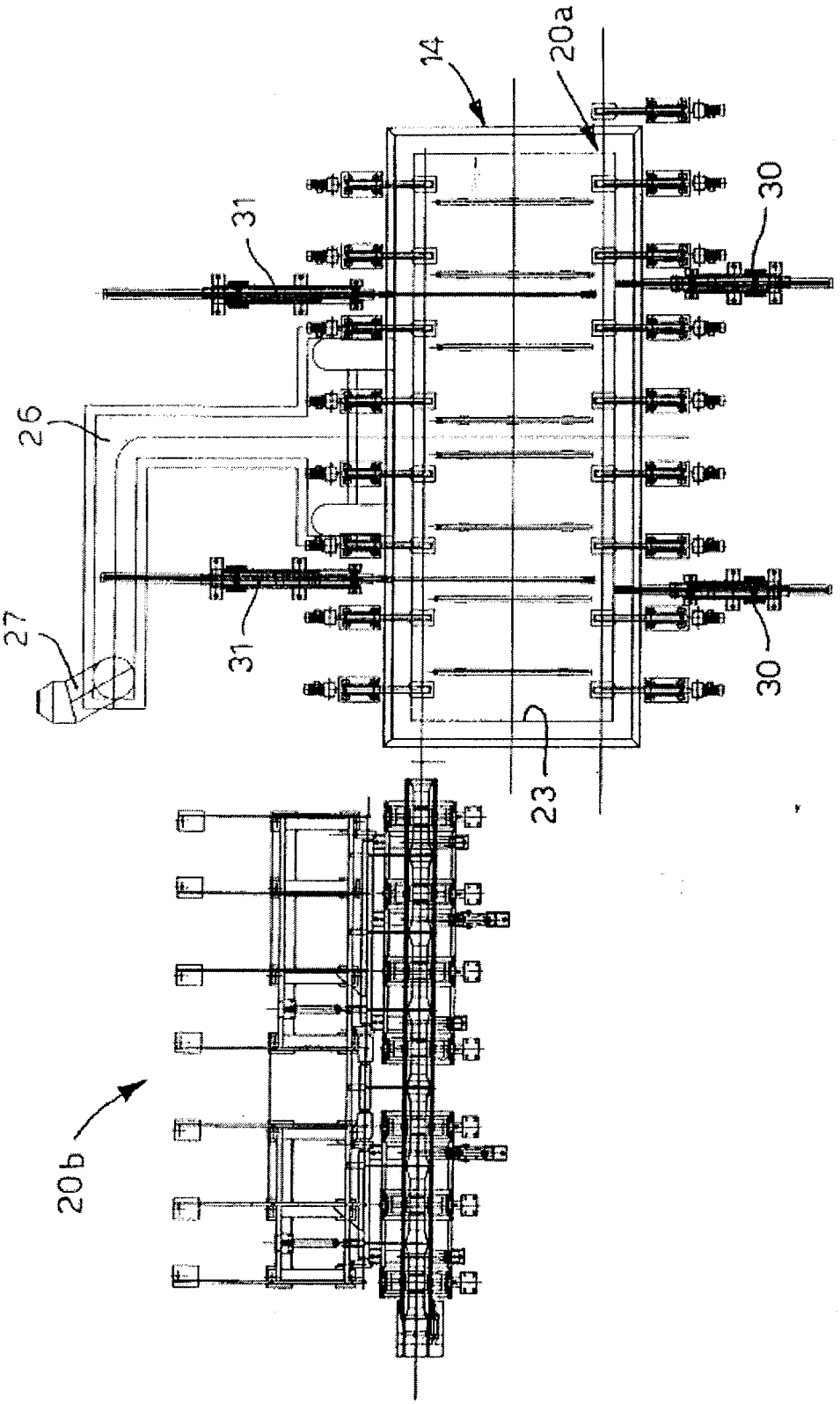


fig. 8

fig. 10

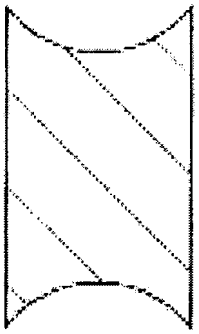


fig. 12

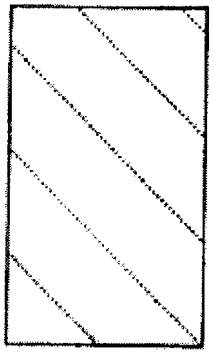


fig. 9

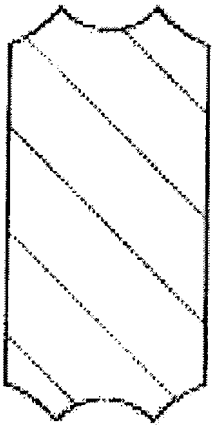


fig. 11