



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

(21) **PI0702830-0 A2**

(22) Data de Depósito: 31/07/2007
(43) Data da Publicação: 15/03/2011
(RPI 2097)



(51) *Int.Cl.:*
B21B 45/02

(54) Título: **MÉTODO DE RESFRIAMENTO DE CHAPA DE AÇO**

(30) Prioridade Unionista: 18/08/2006 JP 2006-223636

(73) Titular(es): NIPPON STEEL CORPORATION

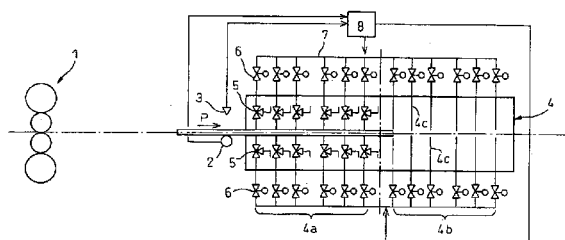
(72) Inventor(es): TOMOYA ODA

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007065320 de 31/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/020549 de 21/02/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO DE RESFRIAMENTO DE CHAPA DE AÇO. A presente invenção refere-se a um método de resfriamento de chapa de aço capaz de aumentar a uniformidade de resfriamento na direção de transporte da chapa de aço compreendendo, em uma parte de estágio dianteira de um aparelho de resfriamento, a não pulverização enquanto a região da extremidade dianteira da chapa de aço estiver passando, pulverizando e aumentando sucessivamente a taxa de água de resfriamento de 80 até 95% em volume ($Q_{\text{dianteira}}$) de uma densidade padrão de água quando a região de parte dianteira passar de forma que a quantidade de água de resfriamento torna-se a densidade padrão de água quando uma parte limite da região de parte dianteira e uma região de parte central chegar, e continuar pulverizando pela densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando, então, em uma parte de estágio traseira do aparelho de resfriamento, pulverizá-la fazendo a quantidade de água de resfriamento 80 a 95% em volume da densidade padrão de água enquanto a região de extremidade traseira da chapa de aço estiver passando, aumentando sucessivamente a quantidade da taxa de água de resfriamento de 80 a 95% em volume da densidade padrão de água quando a região de parte dianteira passar de forma que a quantidade de água de resfriamento torna-se a densidade de água padrão quando a parte limite da região de parte dianteira e da região de parte central chegar, e continuando a pulverizar pela densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO DE RESFRIAMENTO DE CHAPA DE AÇO**".

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

1. Campo da invenção

5 A presente invenção refere-se a um método de resfriamento de uma chapa de aço, mais particularmente refere-se a um método de resfriamento de uma chapa de aço laminada a quente.

2. Descrição da técnica relacionada

10 O processo de resfriar-se continuamente uma chapa de aço laminada a quente por um aparelho de resfriamento e controlar-se a estrutura da chapa de aço para produzir-se chapas de aço de bitola grossa tendo alta resistência e alta tenacidade é amplamente usado. Esse processo de produção contribui para a redução dos custos de produção pela redução de elementos de ligação e para a melhoria da eficiência do trabalho de soldagem.

15 Entretanto, nesse processo de produção, a temperatura da região de extremidade dianteira e da região de extremidade traseira da chapa de aço torna-se menor em comparação com a parte central da chapa de aço na direção do comprimento antes da chapa de aço ser transferida para o aparelho de resfriamento. Em aditamento, também em resfriamento por pulverização de água em um aparelho de resfriamento, há grandes influências da transferência de calor e da condução de calor a partir das superfícies das extremidades, portanto ocorre um fenômeno de super-resfriamento e a planicidade e as propriedades do material tornam-se facilmente instáveis.

20

 Por esta razão, por exemplo, conforme descrito na Publicação de Patente Japonesa (A) Nº 60-43435, é proposto um método para acompanhar a posição de uma chapa de aço e mascarar as partes de extremidades dianteira e traseira da chapa de aço pela interrupção da pulverização de água de resfriamento de modo a evitar o super-resfriamento nas partes de extremidades dianteira e traseira.

25

30 O efeito da prevenção do super-resfriamento nas partes de extremidades dianteira e traseira da chapa de aço pelo método de mascaramento, mostrado na Publicação de Patente Japonesa (A) Nº 60-43435 aci-

ma, é grande. Entretanto, este é um controle LIGA/DESLIGA, isto é, as partes mascaradas não são pulverizadas com água, enquanto a parte que não está mascarada (também referida como “parte não mascarada”) é fornecida com água de resfriamento de densidade padrão de água, portanto a quantidade de água muda bruscamente nas partes limite. Em particular, uma grande diferença de temperatura ocorre na região de extremidade dianteira da chapa de aço.

Por esta razão, ocorre uma diferença na qualidade do material na direção de transporte da chapa de aço (também referida como a “direção longitudinal da chapa de aço”) convidando a uma queda no rendimento. A forma da região de extremidade dianteira é também facilmente degradada em comparação com a parte central na direção de transporte da chapa de aço devido à influência da diferença de temperatura.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um objetivo da presente invenção é fornecer um novo e melhorado método de resfriamento de chapas de aço capaz de aumentar a uniformidade do resfriamento na direção de transporte da chapa de aço.

A presente invenção foi feita para resolver os problemas acima e tem sua essência no seguinte:

(1) Um método de resfriamento da chapa de aço que resfria uma chapa de aço laminada a quente, enquanto a transporta em uma direção, pelo fornecimento de água de resfriamento através de bocais arranjados acima e abaixo da chapa em um aparelho de resfriamento,

o método de resfriamento da chapa de aço caracterizado por dividir a chapa de aço em uma região de extremidade dianteira, uma região de parte dianteira, e uma região de parte central a partir do lado de entrada na direção do transporte da chapa de aço e dividir o aparelho de resfriamento em uma parte de estágio dianteiro e uma parte de estágio traseiro na direção do transporte da chapa de aço,

na parte de estágio dianteiro do aparelho de resfriamento, não pulverizar nenhuma água de resfriamento enquanto as regiões dianteira e traseira da chapa de aço estiverem passando,

pulverizar aumentando-se sucessivamente a quantidade de água de 80 a 95% em volume de uma água de densidade padrão quando a parte dianteira passa de forma que a quantidade de água de resfriamento torne-se a densidade de água padrão quando uma parte limite da região de parte dianteira e da parte central chegar,

continuar pulverizando a densidade de água padrão enquanto a parte da região de parte central estiver passando, então,

na parte do estágio traseiro do aparelho de resfriamento,

pulverizar fazendo-se a quantidade de água de resfriamento 80 a 95% em volume da densidade padrão de água enquanto a região de extremidade dianteira da chapa de aço estiver passando,

aumentar sucessivamente a quantidade de água de laminação de 80 a 95% em volume da densidade padrão de água quando a região de parte dianteira passa de forma que a quantidade de água de resfriamento torne-se a densidade padrão de água quando a parte limite da região de parte dianteira e da região de parte central chega, e

continuar pulverizando a densidade padrão de água enquanto a região de parte central está passando.

(2) Um método de resfriamento de uma chapa de aço conforme apresentado em (1), também compreendendo dividir o lado da extremidade traseira da chapa de aço acima a partir da região de parte central em uma região de parte traseira e uma região de extremidade traseira na direção de transporte da chapa de aço e reduzindo-se sucessivamente a quantidade de água de resfriamento da densidade padrão de água na parte de estágio dianteiro e na parte de estágio traseiro do aparelho de resfriamento quando a região de parte central da chapa de aço acaba de passar e a região de parte traseira está passando de forma a pulverizar uma quantidade de água de resfriamento que se torna de 80 a 95% em volume da densidade padrão de água quando o limite da região de parte traseira e a região de extremidade traseira é alcançada e pulverizar uma quantidade que se torna 80 a 95% em volume da densidade padrão de água quando a região de extremidade traseira estiver passando.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Esses e outros objetivos e características da presente invenção tornar-se-ão mais claros a partir da descrição a seguir das modalidades preferidas dadas em relação aos desenhos anexos, onde:

- 5 a figura 1 é um diagrama esquemático mostrando um aparelho de resfriamento conforme uma primeira modalidade da presente invenção;
- a figura 2 é uma vista explicativa mostrando uma distribuição de densidade de água na direção do comprimento de uma chapa de aço na região do estágio dianteiro 4a do aparelho de resfriamento conforme a modalidade;
- 10 dade;
- a figura 3 é uma vista explicativa mostrando uma distribuição de densidade de água na direção do comprimento de uma chapa de aço na região do estágio traseiro do aparelho de resfriamento conforme a modalidade;
- a figura 4 é uma vista explicativa mostrando a distribuição da
- 15 temperatura na superfície da chapa de aço na direção do comprimento da chapa de aço conforme a modalidade;
- a figura 5 é um diagrama explicativo mostrando a distribuição da temperatura na superfície da chapa de aço no lado de saída do aparelho de resfriamento conforme a mesma modalidade; e
- 20 a figura 6 é um diagrama explicativo mostrando a distribuição da temperatura da chapa de aço no lado de saída de um aparelho de resfriamento convencional.

DESCRIÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES PREFERIDAS

- A presente invenção foi feita para resolver o problema acima. O
- 25 meio (1) que a caracteriza é um método de resfriamento de chapa de aço que resfria chapa de aço laminada a quente, enquanto a transporta em uma direção, pelo fornecimento de água de resfriamento dos bocais arranjados em cima e em baixo em um aparelho de resfriamento, o método de resfriamento da chapa de aço caracterizado pela divisão da chapa de aço em uma
- 30 região de extremidade dianteira, uma região de parte dianteira, e uma região central a partir do lado de entrada na direção do transporte da chapa de aço e dividindo o aparelho de resfriamento em uma parte de estágio dianteiro e

uma parte de estágio traseiro na direção do transporte da chapa de aço; na parte de estágio dianteiro do aparelho de resfriamento, não pulverizar nenhuma água de resfriamento enquanto a região de extremidade dianteira da chapa de aço estiver passando, pulverizar aumentando sucessivamente a quantidade de água de resfriamento de 80 até 95% em volume da densidade padrão de água quando a região de parte dianteira passar de modo que a quantidade de água de resfriamento torna-se a densidade padrão de água quando a parte limite da região de parte dianteira e da região de parte central chegar, continuando a pulverizar a densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando; e então na parte de estágio traseira do aparelho de resfriamento, pulverizar fazendo a quantidade de água de resfriamento 80 a 95% em volume da densidade de água padrão enquanto a região de extremidade dianteira da chapa de aço estiver passando, aumentando sucessivamente a quantidade da taxa de água de resfriamento de 80 até 95% em volume da densidade de água quando a região de parte dianteira passa de forma que a quantidade de água de resfriamento torna-se a densidade padrão de água quando a parte limite da região de parte dianteira e da região de parte central chega, e continuando a pulverizar pela densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando.

Por tal constituição, uma grande queda de temperatura nas partes limite da região de extremidade dianteira mascarada da chapa de aço de bitola grossa na direção do comprimento da chapa de aço e da região de parte dianteira da parte não mascarada pode ser suprimida. Além disso, a diferença de distribuição de temperatura na direção do comprimento da chapa de aço é reduzida, portanto torna-se possível fazer formas da região de extremidade dianteira e da região de parte dianteira da chapa de aço melhor e torna-se possível suprimir mudanças nas propriedades do material na direção do transporte da chapa de aço.

É também possível dividir o lado da extremidade final da chapa de aço acima a partir da região de parte central em uma região de parte traseira e uma região de extremidade traseira na direção de transporte da chapa de aço e sucessivamente reduzir a quantidade de água de resfriamento a

partir da densidade padrão de água na parte de estágio dianteira e na parte de estágio traseira do aparelho de resfriamento quando a região de parte central da chapa de aço acaba de passar e a região de parte traseira está passando, de modo a pulverizar uma quantidade de água de resfriamento
5 que se torna 80 a 95% em volume da densidade padrão de água quando a parte limite da região de parte traseira e a região de extremidade traseira é alcançada e pulveriza uma quantidade que se torna 80 a 95% do volume padrão de densidade de água quando a região da extremidade traseira está passando. Por tal constituição, torna-se possível também melhorar a forma
10 da chapa de aço e a qualidade do material também na parte traseira da chapa de aço de bitola grossa.

De acordo com a presente invenção, a uniformidade de resfriamento na direção de transporte da chapa de aço pode ser melhorada.

Abaixo, modalidades preferidas da presente invenção serão explicadas em maiores detalhes em relação aos desenhos anexos. Note que
15 na presente especificação e desenhos, aos componentes que tenham substancialmente as mesmas funções e constituições são consignadas as mesmas notações e explicações superpostas são omitidas.

Os inventores conduziram várias experiências, e o estudo do método de resfriamento forçado de chapas de aço de bitola grossa laminadas a quente é dividido pela supressão da água de resfriamento, a queda de temperatura na parte limite da parte mascarada e da parte não mascarada na parte dianteira da chapa de aço de bitola grossa uma vez que essa queda de temperatura é grande (cerca de 1,5 vezes a parte traseira), onde o aparelho de resfriamento em uma região de estágio dianteiro e em uma região de
20 estágio traseiro e a região de extremidade dianteira e a região de extremidade traseira da chapa de aço são marcados pelo controle LIGA/DESLIGA da água de resfriamento por válvulas de três posições.

Para suprimir essa queda de temperatura na parte limite, é necessário ajustar-se uma válvula de ajuste da taxa de fluxo capaz de ajustar a
30 taxa de fluxo na tubulação para fornecer a água de resfriamento aos bocais de resfriamento no aparelho de resfriamento e aumentar sucessivamente a

quantidade de água de resfriamento na parte limite. Entretanto, a região de queda de temperatura na parte limite é curta, 2 a 3 metros ou menos, e o tempo de abertura da válvula de ajuste da taxa de fluxo (tempo entre totalmente fechada até totalmente aberta) é de cerca de 10 segundos mesmo no
 5 mais rápido. Em aditamento, a velocidade de transporte da chapa de aço (1,0 a 2,0 m/s) não pode ser reduzida.

Por esta razão, conforme descrito acima, se aumentar sucessivamente a abertura da válvula de ajuste da taxa de fluxo de totalmente fechada até totalmente aberta, o tempo quando a válvula de ajuste da taxa de
 10 fluxo se torna totalmente aberta ultrapassa a região de queda de temperatura e torna-se o lado da parte central da chapa de aço na direção do transporte. Surge um novo problema do aumento da temperatura na região de parte dianteira da parte central onde a temperatura tinha sido boa (região sem queda de temperatura).

15 Além disso os presentes inventores continuaram com investigações detalhadas, experiências, e estudos e conseqüentemente descobriram que a queda de temperatura da parte limite descrita acima é quase sempre 15 a 30°C ou algo assim, e então mesmo se não aumentar sucessivamente o grau de abertura da válvula de ajuste da taxa de fluxo de totalmente fe-
 20 chada para totalmente aberta, se abrir sucessivamente a válvula do grau de abertura dando 80 a 95% em volume da densidade de água padrão (quantidade de água por unidade de área e unidade de tempo fornecidos à parte central da chapa de aço (unidade: $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$) Q_0 (doravante essa densidade de água referida como $Q_{\text{dianteira}}$) de forma a ajustar a densidade de água
 25 padrão Q_0 , é possível suprimir a queda de temperatura na parte de limite acima até uma extensão que não cause problemas na operação atual sem qualquer aumento associado na temperatura da parte boa acima.

Note que a densidade padrão de água Q_0 é, por exemplo, feita em uma faixa de 0,3 a 1,5 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ no caso de chapa de aço de bitola
 30 grossa. Isto é, em chapas de aço de bitola grossa que usam uma densidade de água onde essa densidade de água padrão Q_0 é, por exemplo, mais de 1,5 $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$, a temperatura no momento da extremidade do resfriamento

é baixa em muitos casos e a temperatura da superfície da chapa de aço de bitola grossa durante o resfriamento torna-se também baixa. Por esta razão, quando se resfria tal chapa de aço de bitola grossa, o resfriamento na maioria das vezes torna-se um resfriamento na região de fervura nucleada onde o resfriamento torna-se estável, portanto a diferença de temperatura após o resfriamento raramente se torna grande, não há quase nunca qualquer influência adversa devido à diferença de temperatura. A frequência de uso na presente invenção é, portanto, baixa. Por outro lado, com uma densidade de água onde a densidade padrão de água Q_0 é, por exemplo, menos de $0,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$, a taxa de resfriamento torna-se baixa, portanto o embrutecimento do grão da chapa de aço de bitola grossa pode ser evitado, mas a resistência da chapa de aço de bitola grossa não pode ser melhorada, então a frequência de uso de uma densidade de água de menos de $0,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$ é baixa. Portanto, a capacidade de aplicação da presente invenção é baixa.

Note que a densidade padrão de água Q_0 é determinada principalmente pela qualidade da chapa de aço resfriada. Diferentemente disso, é determinada pela diferença de temperatura entre a temperatura da chapa de aço antes do resfriamento pelo aparelho de resfriamento e a temperatura almejada da chapa de aço após o resfriamento, a condutividade de calor da chapa de aço, os bocais de resfriamento e outras formas de resfriamento e vários outros fatores. Além disso, a temperatura da chapa de aço antes do resfriamento flutua de acordo com o tempo para a chapa de aço viajar pelo forno de aquecimento, passar através do laminador, e alcançar o aparelho de resfriamento, o método de laminação e outros fatores.

A presente invenção foi feita com base nessas descobertas e é explicada em detalhes em relação às figuras 1 a 5. A figura 1 é um diagrama esquemático mostrando um aparelho de resfriamento para executar o método de resfriamento conforme uma primeira modalidade da presente invenção. A figura 2 é uma vista explicativa mostrando uma densidade de distribuição de água na direção do comprimento da chapa de aço em uma região de estágio dianteira do aparelho de resfriamento conforme a presente modali-

dade. A figura 3 é uma vista explicativa mostrando uma densidade de distribuição de água na direção do comprimento da chapa de aço em uma região de estágio traseira do aparelho de resfriamento conforme a presente invenção. A figura 4 é uma vista explicativa mostrando a distribuição da temperatura na superfície da chapa de aço na direção do comprimento da chapa de aço conforme a presente modalidade. A figura 5 é uma vista explicativa mostrando a distribuição da temperatura da superfície da chapa de aço de um lado de saída do aparelho de resfriamento conforme a presente modalidade.

Conforme mostrado na figura 1, adjacente ao aparelho de resfriamento 4 conforme a presente modalidade, é disposto um laminador 1 de chapas de aço de bitola grossa. O aparelho de resfriamento 4 é fornecido com um cilindro medidor 2, um sensor de detecção de posição da chapa de aço 3, bocais de resfriamento 4c, válvulas de três posições 5, válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6, um tubo de ligação 7 e uma unidade de controle 8. O aparelho de resfriamento 4 é dividido em uma região de estágio dianteira 4a e uma região de estágio traseira 4b. Para os bocais de resfriamento pulverizarem a água de resfriamento na superfície superior e na superfície inferior da chapa de aço P a ser resfriada, uma pluralidade de bocais de resfriamento 4c é fornecida na direção do comprimento e na direção da largura da chapa de aço P. Além disso, os bocais de resfriamento 4c são fornecidos nas partes de extremidades dianteiras dos tubos ramificados do tubo de ligação 7. No meio dos tubos, as válvulas de três posições 5 e as válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 são fornecidas na região de estágio dianteira 4a, e as válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 são fornecidas na região de estágio traseira 4b. A unidade de controle 8 rastreia a posição da chapa de aço P com base na informação de detecção do cilindro medidor 2 e do sensor de detecção da posição da chapa de aço 3 e ajusta e controla o grau de abertura das válvulas de três posições 5 e das válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 por esta informação de rastreamento.

Além disso, a chapa de aço P a ser resfriada é dividida por conveniência em três regiões: uma região de extremidade dianteira (região até, por exemplo, 0,5 a 2 metros da extremidade dianteira da chapa de aço no

lado da parte central na direção do comprimento da chapa de aço) I_1 , uma região de parte dianteira (região até, por exemplo, 4 a 10 metros a partir da parte limite da região de extremidade dianteira e da região de parte dianteira no lado da parte central na direção do comprimento da chapa de aço) I_2 , e

5 uma região de parte central (região lateral da parte central na direção do comprimento da chapa de aço sobre a parte limite da região de parte dianteira e da região de parte central), e as taxas de água de resfriamento fornecidas pelo aparelho de resfriamento 4 são ajustadas e controladas. As faixas dessas três regiões são determinadas de acordo com, por exemplo, a rela-

10 ção entre a velocidade de resposta da válvula de ajuste da taxa de fluxo 6 e a velocidade de transporte da chapa de aço e das condições de resfriamento, tais como densidade de água e a temperatura da chapa de aço no momento final do resfriamento. Além disso, elas são determinadas pela distribuição da temperatura da chapa de aço antes do resfriamento. Além disso, a

15 distribuição de temperatura dessa chapa de aço antes do resfriamento flutua devido ao tempo para a chapa de aço viajar do forno de aquecimento, passar através do laminador, e alcançar o aparelho de resfriamento, ao método de laminação, à condutividade de calor da chapa de aço, à qualidade do material e a outros fatores.

20 Na presente modalidade, inicialmente, quando a chapa de aço P a ser resfriada passa através do laminador 1 e acaba sendo laminada a quente se move na linha na direção do aparelho de resfriamento 4, a extremidade dianteira da chapa de aço P é detectada pelo sensor de detecção da posição da chapa de aço 3. Então, a informação de detecção da extremida-

25 de dianteira da chapa de aço P é introduzida na unidade de controle 8. A seguir, o cilindro medidor 2 descobre a distância de movimentação da chapa de aço P e introduz essa distância de movimentação na unidade de controle 8. Usando essas duas informações introduzidas, a unidade de controle 8 rastreia a posição da chapa de aço P durante o transporte.

30 A seguir, será explicado o controle das válvulas de tempo da taxa de fluxo 6 e das válvulas de três posições 5 pela unidade de controle 8. Inicialmente, antes da extremidade dianteira da chapa de aço P entrar no

aparelho de resfriamento 4, o grau de abertura das válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 é reduzido de modo que a densidade de água torna-se $Q_{dianteira}$ na região de estágio dianteira 4a e na região de estágio traseira 4b do aparelho de resfriamento 4. Além disso, as válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 e as válvulas de três posições 5 são controladas de forma a abrir as válvulas de três posições 5 na região de estágio dianteira 4a a um lado fora de linha (o lado fora da linha de caminho da chapa de aço P). Devido a isso, a água de resfriamento tendo densidade de água $Q_{dianteira}$ é descarregada para o lado fora de linha na região de estágio dianteira 4a e é pulverizada pelos bocais de resfriamento 4c na região de estágio traseira 4b.

Nesse estado, a extremidade dianteira da chapa de aço P entra no aparelho de resfriamento 4, e a chapa de aço P passa sucessivamente entre os bocais de resfriamento superiores e inferiores 4c. Nesse momento, na região de estágio dianteira 4a do aparelho de resfriamento 4, as válvulas de três posições 5 em todos os bocais de resfriamento 4c são sucessivamente trocadas para o lado na linha quando a região da extremidade dianteira l_1 da chapa de aço P passa pelas posições do bocal de resfriamento 4c (as posições onde os bocais de resfriamento 4c são fornecidos) e a região de parte dianteira l_2 da chapa de aço P alcança o bocal de resfriamento 4c de forma que, portanto, começa sucessivamente a pulverizar a água de resfriamento para a chapa de aço P pelos bocais de resfriamento 4c fornecidos na direção do comprimento da chapa de aço. Então, imediatamente após a região de parte dianteira l_2 da chapa de aço P ter passado pelas posições do bocal de resfriamento 4c, os graus de abertura das válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 são sucessivamente aumentados para torná-las totalmente abertas imediatamente antes da região de parte dianteira l_2 da chapa de aço P passar. Devido a isso, a densidade de água de resfriamento pulverizada pelos bocais de resfriamento 4c na região de estágio dianteira 4a aumenta sucessivamente a partir de $Q_{dianteira}$ e atinge a densidade padrão de água Q_0 .

Por outro lado, na região de estágio traseira 4b do aparelho de resfriamento 4, a chapa de aço P começa a ser resfriada pela entrada da extremidade dianteira da chapa de aço P na água pulverizada pelos bocais

de resfriamento 4c com a densidade de água de resfriamento $Q_{\text{dianteira}}$. Então, quando a região de parte dianteira l_2 da chapa de aço P alcança as posições dos bocais de resfriamento 4c, os graus de abertura das válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 similar e sucessivamente começam a aumentar e tornam-se totalmente abertas imediatamente antes da região de parte dianteira l_2 passar.

Devido a tal método de resfriamento, por exemplo, quando a parte dianteira da chapa de aço de bitola grossa P tem a temperatura mostrada na figura 4, a densidade de água de resfriamento pulverizada pelos bocais de resfriamento 4c na região de estágio dianteira 4a do aparelho de resfriamento 4 torna-se conforme mostrado na figura 2, enquanto a densidade de água de resfriamento pulverizada a partir dos bocais de resfriamento 4c na região de estágio traseira 4b do aparelho de resfriamento 4 torna-se conforme mostrado na figura 3. Como resultado disso, a temperatura da chapa de aço P que sai do aparelho de resfriamento 4 apresenta uma boa distribuição de temperatura conforme mostrado na figura 5. Por outro lado, quando se controla apenas a mascaração para parar a pulverização de água na região da extremidade dianteira sem usar a presente invenção, a diferença de temperatura no limite da região de extremidade dianteira e da região de parte dianteira é grande conforme mostrado na figura 6. Note que a figura 6 é uma vista explicativa mostrando a distribuição da temperatura da superfície da chapa de aço no lado de saída do aparelho convencional de resfriamento.

A seguir, será explicado o método de resfriamento da parte traseira da chapa de aço de bitola grossa P de acordo com a presente modalidade. A queda de temperatura do limite da parte mascarada e da parte não mascarada na parte traseira da chapa de aço de bitola grossa P é menor em comparação com a parte dianteira descrita acima, mas é preferível evitar-se esta queda de temperatura também. Isto será explicado abaixo.

A chapa de aço P a ser resfriada é dividida, por conveniência, em três regiões: uma região de extremidade traseira (região da extremidade traseira da chapa de aço na direção lateral da parte central na direção do

comprimento da chapa), região de parte traseira (região a partir da região da extremidade traseira na direção lateral da parte central na direção do comprimento da chapa), e a região da parte central. As quantidades de água de resfriamento fornecidas pelo aparelho de resfriamento 4 são ajustadas e controladas. As faixas dessas três regiões são determinadas conforme, por exemplo, a relação entre a velocidade de resposta das válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 e a velocidade de transporte da chapa de aço, a densidade de água, a temperatura da chapa de aço no momento do final do resfriamento, e outras condições de resfriamento. Além disso, elas são também determinadas de acordo com a distribuição de temperatura da chapa de aço antes do resfriamento. A distribuição de temperatura dessa chapa de aço antes do resfriamento flutua devido ao tempo para a chapa de aço viajar do forno de aquecimento, passar através do laminador, e alcançar o aparelho de resfriamento, do método de laminação, a condutividade térmica, qualidade, etc. da chapa de aço, e outros fatores.

A parte traseira dessa chapa de aço de bitola grossa P passa através do aparelho de resfriamento 4 na ordem de região de parte central, região de parte traseira e região de extremidade traseira, então enquanto a região de parte central da chapa de aço de bitola grossa P está passando através da região de estágio dianteira 4a do aparelho de resfriamento 4, ela é pulverizada e resfriada pela densidade padrão de água Q_0 , mas quando a região de parte traseira da chapa de aço de bitola grossa P alcança as posições do bocal de resfriamento 4c os graus de abertura das válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 fornecidas nos bocais de resfriamento 4c são sucessivamente controladas de forma que a densidade de água torne-se $Q_{\text{dianteira}}$ descrito acima antes que a região de extremidade traseira chegue. Então, quando a região de extremidade traseira atinge as posições do bocal de resfriamento 4c, as válvulas de três posições 5 são transferidas para o lado fora de linha, a água de resfriamento é descarregada para o lado fora de linha, e a pulverização de água de resfriamento para a região de extremidade traseira é interrompida. Esta operação é sucessivamente executada ao longo com o movimento para a parte traseira da chapa de aço de bitola grossa P para

- os bocais de resfriamento 4c desde o lado de entrada do aparelho de resfriamento 4 na direção do lado de saída. Além disso, enquanto a região de parte central da chapa de aço de bitola grossa P está passando na região de estágio traseira 4b do aparelho de resfriamento 4, ela é pulverizada e resfriada pela densidade padrão de água Q_0 da mesma forma como descrito acima, mas quando a região de parte traseira da chapa de aço de bitola grossa P chega entre os bocais de resfriamento 4c, os graus de abertura das válvulas de ajuste da taxa de fluxo 6 fornecido nos bocais de resfriamento 4c são sucessivamente controlados de forma que a densidade de água torna-se $Q_{dianteira}$ descrito acima antes que a região de extremidade traseira chegue. Então, após isto, a região de extremidade traseira é pulverizada e resfriada no estado onde aqueles graus de abertura são mantidos.

EXEMPLOS

- Exemplos da presente invenção serão explicados juntamente com exemplos comparativos em referência à Tabela 1 e à Tabela 2. A Tabela 1 é uma tabela mostrando as espessuras das chapas, as larguras das chapas, os comprimentos das chapas, e as distribuições de temperatura das chapas de aço de bitola grossa 1 a 3 antes de passar através do aparelho de resfriamento. A Tabela 2 é uma tabela mostrando as densidades de água e as distribuições de temperatura das chapas de aço de bitola grossa após o resfriamento dos Exemplos 1 a 3 e dos Exemplos Comparativos 1 e 2 em um caso onde chapas de aço de bitola grossa 1 a 3 mostrados na Tabela 1 são resfriadas pelo aparelho de resfriamento enquanto as transporta a uma velocidade de 60 m/min.

Tabela 1

		Chapa de aço de bitola grossa 1	Chapa de aço de bitola grossa 2	Chapa de aço de bitola grossa 3
Espessura da chapa [mm]		20	20	20
Largura da chapa [mm]		3032	2988	3010
comprimento da chapa [mm]		29542	30462	29872
Região de extremi- dade dianteira	Valor Máximo [°C]	808	809	810
	Valor Mínimo [°C]	790	793	790
Região de parte dianteira	Valor Máximo [°C]	825	827	825
	Valor Mínimo [°C]	815	816	813
Região de parte central	Valor Máximo [°C]	824	825	822
	Valor Mínimo [°C]	819	816	819
Região de parte traseira	Valor Máximo [°C]	818	816	818
	Valor Mínimo [°C]	798	788	790
Região de extremi- dade traseira	Valor Máximo [°C]	786	789	790
	Valor Mínimo [°C]	775	759	762

		Exemplo 1	Exemplo 2	Exemplo 3	Comp. Exemplo 1	Comp. Exemplo 2
Chapa de aço de bitola grossa nº		1	2	3	2	3
Temperatura após o resfriamento [°C]	Região de ex-tremidade traseira	0	0	0	0	0
	Estágio dianteiro do aparelho de resfriamento					
	Estágio traseiro do aparelho de resfriamento	0.6	0.49	0.57	0.582	0.45
	Região de ex-tremidade dianteira	611	621	604	601	630
	Valor Máximo					
	Valor Mínimo	604	617	599	594	620
	Região de parte dianteira	605	620	610	604	623
	Valor Máximo					
	Valor Mínimo	603	606	590	579	607
	Região de parte central	606	606	606	606	606
	Valor Máximo					
	Valor Mínimo	601	601	601	601	601
Diferença máxima de temperatura [°C]	Região de parte traseira	615	611	603	602	624
	Valor Máximo					
	Valor Mínimo	602	607	595	588	618
	Região de ex-tremidade traseira	621	613	600	598	620
	Valor Máximo					
	Valor Mínimo	604	610	593	591	615
Diferença máxima de temperatura [°C]		17	20	20	27	29

Nos exemplos da presente invenção, é empregado um aparelho de resfriamento que arranja bocais de resfriamento 4c em 24 linhas na direção de transporte da chapa de aço (direção do comprimento da chapa de aço) e arranja 70 bocais de resfriamento 4c na direção de um ângulo reto à direção de transporte da chapa (direção da largura da chapa de aço). Além disso, a região de estágio dianteira 4a é considerada até a 12ª linha dos bocais de resfriamento 4c, enquanto a região de estágio traseira 4b é considerada daí até a 24ª linha. Além disso, as válvulas de três posições, as válvulas de controle da taxa de fluxo, as unidades de controle, etc. tiveram as mesmas constituições daquelas da figura 1. Além disso, a região da extremidade dianteira I_1 da chapa de aço foi feita 1 metro a partir da extremidade dianteira da chapa de aço, a região de parte dianteira I_2 foi feita 4 metros a partir do limite da região de extremidade dianteira I_1 e a região de parte dianteira I_2 , e a região de parte central foi feita a parte após o limite da região de parte dianteira I_2 e a região de parte central.

O exemplo 1 dessa tabela 2 é um exemplo de um caso onde a presente invenção não é aplicada na região de parte traseira e na região de extremidade traseira da chapa de aço de bitola grossa 1, mas elas são resfriadas com a densidade de água padrão. Os exemplos 2 e 3 são exemplos onde a presente invenção é aplicada à região de parte dianteira, à região de extremidade dianteira, à região de parte traseira e à região de extremidade traseira. Além disso, a densidade de água $Q_{\text{dianteira}}$ da zona de estágio dianteira quando a região de parte dianteira começa a passar através do aparelho de resfriamento é feita 90% em volume da densidade padrão de água Q_0 no exemplo 1, 82% em volume no exemplo 2 e 95% em volume no exemplo 3, a densidade de água da zona de estágio traseira quando a região de parte traseira acaba de passar através do aparelho de resfriamento é feita 82% em volume da densidade padrão de água Q_0 no exemplo 2 e 95% em volume no Exemplo 3 ou dentro de uma faixa de 80 a 95% em volume. Exemplos 1 a 3 são exemplos de aplicação da presente invenção.

Nos exemplos 1 a 3, conforme mostrado na linha da diferença máxima de temperatura da tabela 2, a diferença máxima de temperatura re-

presentando a diferença entre o valor mínimo e o valor máximo da distribuição da temperatura da chapa de aço após o resfriamento, tornou-se um valor pequeno de 20°C ou menor em todos os exemplos. Por outro lado, o exemplo comparativo 1 é um exemplo de um caso onde a taxa de densidade da água de resfriamento na região de parte dianteira e na região de parte traseira da chapa de aço no estágio dianteiro e no estágio traseiro do aparelho de resfriamento estão acima do limite superior da presente invenção (97% em volume), e o exemplo comparativo 2 é um exemplo de um caso onde eles estão abaixo do limite inferior da densidade da água da presente invenção (75% em volume). Em ambos os casos, a diferença máxima de temperatura da chapa de aço após o resfriamento tornou-se muito grande em comparação com os exemplos 1 a 3 (27°C em comparação ao exemplo 1 e 29°C no exemplo comparativo 2). Também as formas das chapas de aço após o resfriamento foram degradadas.

Conforme explicado acima, de acordo com a presente invenção, uma grande queda de temperatura da parte limite da região de extremidade dianteira mascarada da chapa de aço de bitola grossa na direção do comprimento da chapa e a região de parte dianteira não mascarada pode ser suprimida, torna-se possível fazer as formas da região da extremidade dianteira da chapa de aço e da região de parte dianteira melhores, e torna-se possível suprimir a mudança da qualidade do material na direção do comprimento da chapa de aço. Além disso, na região de parte traseira da chapa de aço, torna-se possível também tornar melhores a forma da chapa de aço e a qualidade do material. Resumindo o acima, de acordo com a presente invenção, a uniformidade do resfriamento na direção de transporte da chapa de aço é aumentada, e é possível tornar uniforme a qualidade do material e melhorar a planicidade da chapa de aço.

Acima, as modalidades preferidas da presente invenção foram explicadas em relação aos desenhos anexos, mas é desnecessário dizer que a presente invenção não está limitada a esses exemplos, e é claro para os versados na técnica que várias modificações ou correções podem ser concebidas dentro do escopo das reivindicações. É entendido que essas

também, naturalmente, estão incluídas no escopo técnico da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de resfriamento de chapa de aço que resfria chapa de aço laminada a quente enquanto a transporta em uma direção, pelo fornecimento de água de resfriamento a partir de bocais arranjados acima e abaixo
5 em um aparelho de resfriamento,

o dito método de resfriamento da chapa de aço caracterizado por:

dividir a dita chapa de aço em uma região de parte dianteira, e uma região central a partir do lado da ponta na direção do transporte da dita
10 chapa de aço e dividir o dito aparelho de resfriamento em uma parte de estágio dianteira e uma parte de estágio traseira na direção do transporte da dita chapa de aço,

na dita parte de estágio dianteira do dito aparelho de resfriamento,

15 não pulverizar nenhuma água de resfriamento enquanto a dita região de extremidade dianteira da dita chapa de aço estiver passando,

pulverizar e aumentar sucessivamente a dita quantidade de água de resfriamento de 80 para 95% em volume da densidade padrão de água quando a região de parte dianteira passa de forma que a dita quantidade de água de resfriamento torna-se a densidade padrão de água quando
20 uma parte de limite da dita região de parte dianteira e da dita região de parte central chega,

continuar pulverizando pela densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando, então,

25 na dita região parte de estágio traseira do dito aparelho de resfriamento,

pulverizar fazendo a dita quantidade de água de resfriamento 80 a 95% em volume da densidade de água padrão enquanto a dita região de extremidade dianteira da dita chapa de aço estiver passando,

30 aumentar sucessivamente a dita taxa de quantidade de água de resfriamento de 80 até 95% em volume da dita densidade padrão de água quando a dita região de parte dianteira passar de forma que a dita quantida-

de de água de resfriamento torne-se a dita densidade padrão de água quando a parte limite da dita região de parte dianteira e da dita região de parte central chegar, e

- continuar pulverizando a dita densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando.

2. Método de resfriamento de uma chapa de aço de acordo com a reivindicação 1, também compreendendo dividir a lateral da extremidade da cauda da chapa de aço acima a partir da região de parte central em uma região de parte traseira e uma região de extremidade traseira na direção de transporte da chapa de aço e sucessivamente reduzindo a quantidade de água de resfriamento a partir da densidade padrão de água na parte de estágio dianteira e na parte de estágio traseira do aparelho de resfriamento quando a região de parte central da chapa de aço acaba de passar e a região de parte traseira está passando de forma a pulverizar uma quantidade de água de resfriamento que se torne 80 a 95% em volume da densidade padrão de água quando a parte limite da região de parte traseira e da região de extremidade traseira for alcançada e pulverizar uma quantidade que se torna 80 a 95% e volume da densidade padrão de água quando a região de extremidade traseira estiver passando.

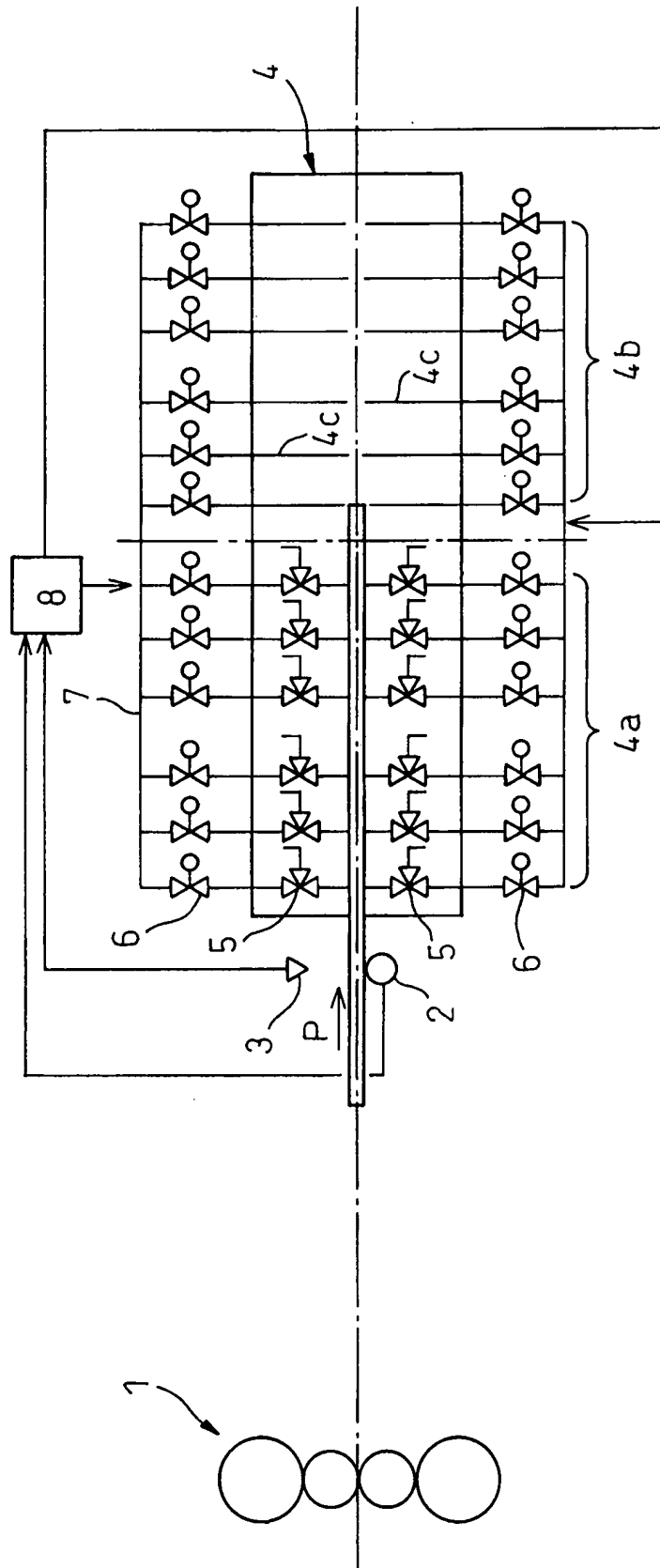


Fig. 1

Fig.2

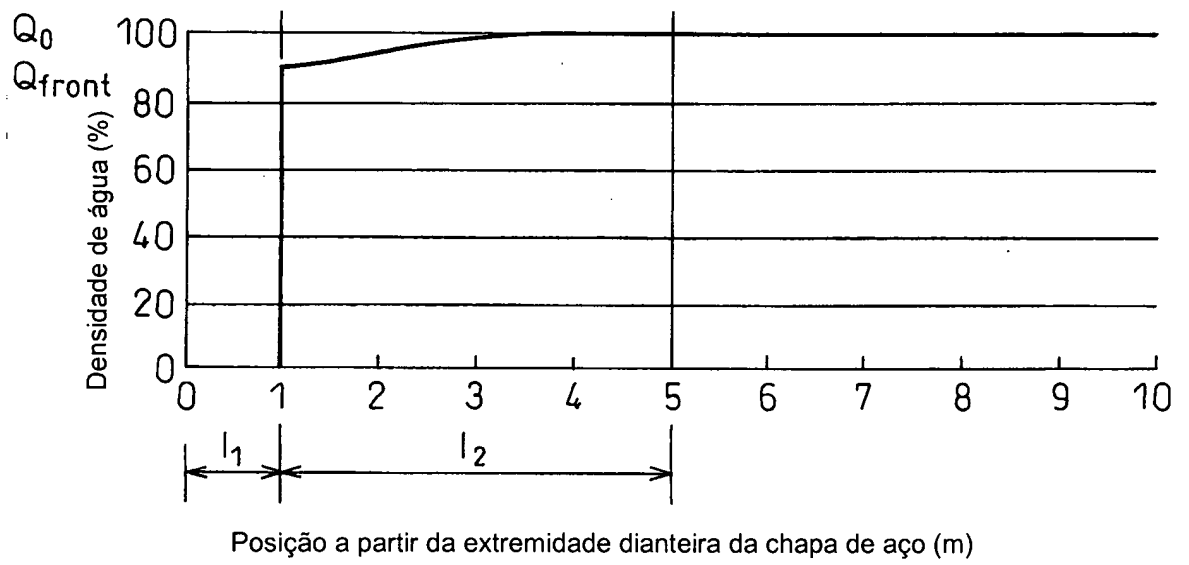


Fig.3

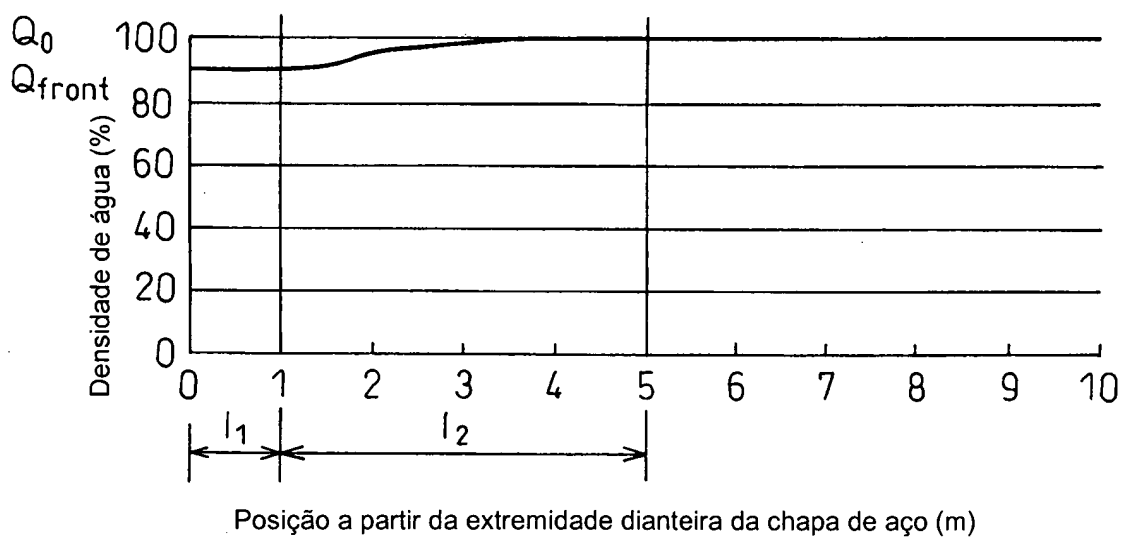


Fig.4

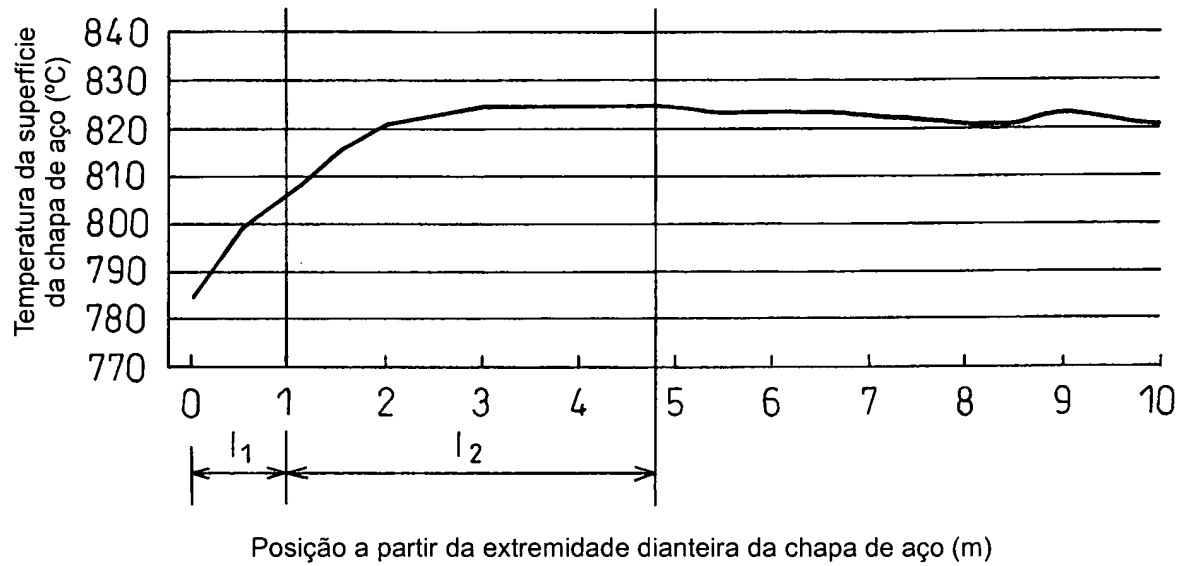


Fig.5

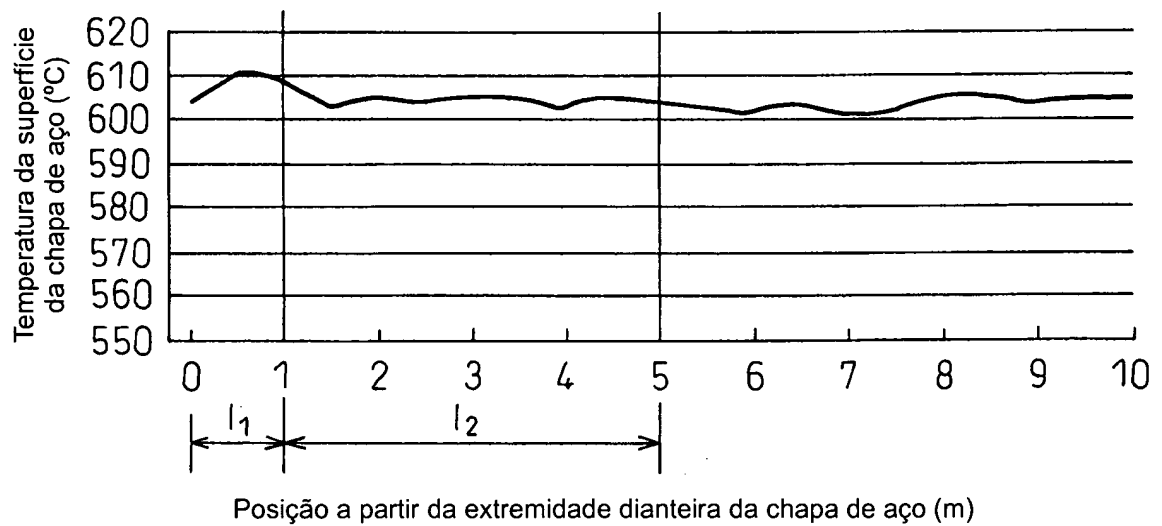
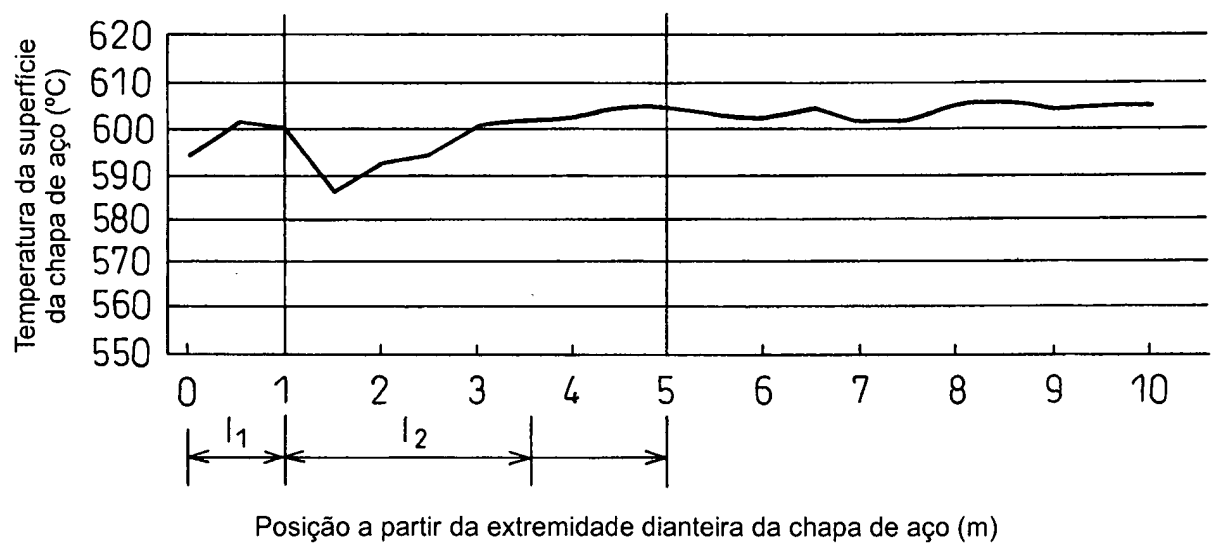


Fig.6



RESUMO

Patente de Invenção: "MÉTODO DE RESFRIAMENTO DE CHAPA DE AÇO".

A presente invenção refere-se a um método de resfriamento de chapa de aço capaz de aumentar a uniformidade de resfriamento na direção de transporte da chapa de aço compreendendo, em uma parte de estágio dianteira de um aparelho de resfriamento, a não pulverização enquanto a região da extremidade dianteira da chapa de aço estiver passando, pulverizando e aumentando sucessivamente a taxa de água de resfriamento de 80 até 95% em volume ($Q_{\text{dianteira}}$) de uma densidade padrão de água quando a região de parte dianteira passar de forma que a quantidade de água de resfriamento torna-se a densidade padrão de água quando uma parte limite da região de parte dianteira e uma região de parte central chegar, e continuar pulverizando pela densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando, então, em uma parte de estágio traseira do aparelho de resfriamento, pulverizá-la fazendo a quantidade de água de resfriamento 80 a 95% em volume da densidade padrão de água enquanto a região de extremidade traseira da chapa de aço estiver passando, aumentando sucessivamente a quantidade da taxa de água de resfriamento de 80 a 95% em volume da densidade padrão de água quando a região de parte dianteira passar de forma que a quantidade de água de resfriamento torna-se a densidade de água padrão quando a parte limite da região de parte dianteira e da região de parte central chegar, e continuando a pulverizar pela densidade padrão de água enquanto a região de parte central estiver passando.