



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0815716-2 B1**



**(22) Data do Depósito: 20/08/2008**

**(45) Data de Concessão: 30/03/2021**

**(54) Título:** DECAPAGEM SECUNDÁRIA ECONÔMICA

**(51) Int.Cl.:** C23G 3/02; B08B 3/02; B21B 45/06; B21B 45/08.

**(30) Prioridade Unionista:** 21/08/2007 EP 07291027.6.

**(73) Titular(es):** ARCELORMITTAL FRANCE.

**(72) Inventor(es):** VALÉRIE LEBLANC; JEAN-LUC BOREAN; NATHALIE MIKLER; GILLES DUSSART; MIALOT SYLVAIN; PATRICE MATET.

**(86) Pedido PCT:** PCT FR2008001200 de 20/08/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/056712 de 07/05/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 22/02/2010

**(57) Resumo:** PROCESSO DE DECAPAGEM SECUNDÁRIA A presente invenção refere-se a um processo de decapagem secundária das cintas metálicas, em aço, notadamente, em passagem durante sua laminação a quente por projeção de água em sua superfície com o auxílio de rampas de irrigação com bocais alimentados com água sob pressão, que se caracteriza pelo fato de se alimentarem os bocais sob baixa pressão hidráulica, até 3 MPa (30 bárias) (de preferência, abaixo de 1 MPa (10 bárias), mas sem ir abaixo de 0,4 MPa (4 bárias) e pelo fato de, com a finalidade de assegurar um efeito térmico da água projetada sobre a superfície a descalaminar, quantitativamente análoga ao efeito térmico obtido com o método de decapagem secundária conforme habitual à alta pressão, a saber um resfriamento da cinta que baixa a temperatura de superfície até 600°C aproximadamente, a fim de que a densidade do fluxo de calor extraído da cinta (HF) resultante do resfriamento de sua superfície pela água projetada seja análoga àquela realizada com essa prática conhecida à pressão alta. A invenção se aplica a qualquer decapagem secundária, tanto a montante do acabador, quanto a montante do desengrossador de um trem de laminação. A invenção oferece uma resposta imediatamente operacional à redução dos custos de (...).

## **“DECAPAGEM SECUNDÁRIA ECONÔMICA”**

### **CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] A presente invenção refere-se à operação de decapagem de uma cinta metálica, em aço notadamente, em passagem durante sua laminação a quente, antes de sua entrada nos compartimentos desengrossadores ou acabadores do trem de laminação.

### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[002] Lembra-se que essa operação é mais comumente denominada “decapagem secundária”, por oposição à “decapagem primária” que intervém sobre lingotes de aço à sua saída do forno de aquecimento, antes da laminação.

[003] Lembra-se também que a decapagem secundária das cintas de aço visa livrar a superfície da cinta da calamina, dita secundária, que se formou por reoxidação rápida do metal quente no decorrer da permanência da cinta ao ar livre, após sua decapagem primária à sua saída do forno. Intervém, portanto, duplamente no decorrer da laminação, inicialmente antes da entrada da cinta no desengrossador, depois antes de sua entrada no acabador do trem de laminação. Por precaução de simplicidade, far-se-á referência no que se segue unicamente ao caso da decapagem secundária à entrada do acabador, naturalmente que o que é dito a propósito se aplica no essencial também à decapagem secundária à entrada do desengrossador.

[004] A calamina secundária se apresenta, em geral, sob a forma de uma camada aderente de óxidos metálicos, classicamente entre 50 e 100  $\mu\text{m}$  de espessura, mais do que tudo irregular de aspecto. A decapagem secundária é alcançada quando fornece à entrada do acabador uma cinta de aço que comporta na superfície uma camada uniforme de calamina residual de 20 a 30  $\mu\text{m}$  de espessura apenas, quase além de evitar incrustações de óxidos sobre os cilindros de laminação.

[005] Para isto, a operação de decapagem consiste esquematicamente em impactar a superfície da cinta em passagem por jatos d'água potentes liberados por rampas de irrigação instaladas à pequena distância e ditadas de bocais de injeção alimentados sob alta pressão, classicamente acima de 13-15 MPa (130-150 bars), até mesmo a mais de 20 MPa (200 bars) em certos casos. Visa-se assim conjugar um efeito térmico (a temperatura de superfície da cinta, em torno de 1100°C à entrada da decapagem, cai quase instantaneamente a aproximadamente 600°C) com um efeito mecânico devido à grande quantidade de movimento de jatos d'água ao impacto, a fim de fissurar a calamina e eliminá-la da superfície por efeito de expulsão. Essa operação ocorre classicamente em uma caixa de decapagem, com um comprimento de 1 a 2 m aproximadamente, colocada a alguns 5 m a montante dos compartimentos acabadores, atravessada pela cinta de aço em passagem retilínea rápida e abrigando rampas de irrigação superiores e inferiores dotadas de bocais inclinados à contracorrente de uma dezena de graus.

[006] Embora a malha indispensável à qualquer cadeia de elaboração do aço incorporando uma fase quente (salvo a querer colocar o trem de laminação em seu total sob atmosfera não oxidante o que não é evidentemente quase considerável), a decapagem secundária permanece uma operação onerosa, menos, além disso, pelas importantes quantidades de água que ela implica (a água utilizada é reciclada) do que em razão dos equipamentos à elevada pressão hidráulica que a serve, e em relação à qual convém se interrogar sobre as possibilidades de reduzir o seu custo, particularmente em termos de manutenção das bombas e dos circuitos, e de consumo elétrico.

#### **DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO**

[007] A finalidade da invenção é de fornecer uma resposta imediatamente operacional à questão da redução dos custos da operação de decapagem secundária, isto é, uma resposta compatível com uma simples nova

disposição dos equipamentos existentes, portanto, sem implicar necessariamente a reinstalação de um novo material completo de decapagem secundária.

[008] Para isso, a invenção tem por objeto um processo de decapagem secundária das cintas metálicas, em aço notadamente, em passagem no decorrer de sua laminação a quente por projeção de água em sua superfície com o auxílio de tampas de irrigação com bocais alimentados com água sob pressão, caracterizado pelo fato de se alimentarem os bocais sob baixa pressão hidráulica, não ultrapassando 3 MPa (30 bars) (e, de preferência, abaixo de 1 MPa (10 bars)), mas sem ir a menos de 0,3 MPa (3 bars) aproximadamente) e pelo fato de, com a finalidade de assegurar um efeito térmico da água projetada sobre a superfície a ser descalaminada quantitativamente análoga ao efeito térmico obtido com o método de decapagem secundária conhecida habitual à pressão elevada (isto é, um resfriamento da cinta que baixa a temperatura de sua superfície oxidada a 600°C aproximadamente), se dimensionarem esses bocais, a fim de que eles liberem uma vazão de água surfácica sobre a cinta análoga à vazão de água surfácica liberada por esse método à elevada pressão.

[009] De preferência, a vazão de água surfácica é superior a 2500 l/min/m<sup>2</sup> e vantajosamente de 7500 l/min/m<sup>2</sup>.

[010] A invenção refere-se também a um processo de decapagem secundária das cintas metálicas, em aço notadamente, em passagem no decorrer de sua laminação a quente por projeção de água em sua superfície com o auxílio de rampas de irrigação com bocais alimentados com água sob pressão, caracterizado pelo fato de se alimentarem os bocais sob baixa pressão hidráulica, não ultrapassando 3 MPa (30 bars), e pelo fato de, com a finalidade de assegurar um efeito térmico da água projetado sobre a superfície a ser descalaminada quantitativamente análoga ao efeito térmico obtido com o método de decapagem secundária conhecida habitual à alta pressão, se

regularem esses bocais, a fim de que a densidade do fluxo de calor extraído da cinta (HF) resultante do resfriamento de sua superfície pela água projetada seja análoga àquela realizada com essa prática conhecida de alta pressão.

[011] Nesse caso, a densidade do fluxo de calor extraído da cinta (HF) está compreendida entre 6,5 e 20 MW/m<sup>2</sup> para uma temperatura de cinta compreendida entre 900 e 1100°C.

[012] O processo, de acordo com a invenção, pode também compreender diferentes características, consideradas sozinhas ou em combinação:

- alimentam-se os bocais com uma pressão hidráulica inferior a 1 MPa (10 bars), sem, todavia, descer aquém de 0,3 MPa (3 bars);
- o processo da invenção é levado a montante dos compartimentos acabadores de um trem de laminação a quente de cintas de aço;
- o processo da invenção é levado a montante dos compartimentos desengrossadores de um trem de laminação a quente de cinta de aço.

[013] Enfim, a invenção refere-se também a um equipamento de decapagem secundária de cintas metálicas em passagem, de cintas em aço notadamente, compreendendo rampas de irrigação providas de bocais de projeção de água na superfície da cinta, caracterizado pelo fato de comportar uma unidade “baixa pressão”, de alimentação com água desses bocais das rampas de irrigação.

[014] Conforme já terá sido compreendido, a invenção se baseia na descoberta que é mais o efeito térmico dos jatos de água sobre o resfriamento da crosta de óxidos que age em favor da decapagem secundária que seu efeito mecânico sobre a fragmentação dessa crosta de óxidos na superfície da cinta, ou, em outros termos, que o efeito “limpeza de alta pressão” dos jatos potentes a seu impacto, conforme se pensava até aqui.

[015] Para caracterizar essa similaridade de efeito térmico entre o processo da invenção e o processo clássico de pressão elevada, falar-se-á seja em vazão de água surfácica, naturalmente que essa vazão deve ser regulada segundo a temperatura da cinta à entrada da decapagem, seja em densidade de fluxo de calor extraído da cinta que integra ao mesmo tempo os parâmetros de temperatura de cinta e de vazão de água surfácica. Mas independentemente de uma ou outra forma de se expressar e de caracterizar o processo, trata-se da mesma consideração de base, a saber: a utilização da baixa pressão, preservando o efeito térmico gerado pela utilização de jatos de pressão elevada.

[016] Tanto a montante dos compartimentos acabadores, quanto a montante dos compartimentos desengrossadores, o sucesso da decapagem secundária se acha na realidade diretamente e quase unicamente ligado à eficácia térmica do resfriamento da camada de óxidos a eliminar, isto independentemente, portanto, da pressão de alimentação dos bocais das rampas de irrigação. Em outros termos, com eficácia térmica igual, a qualidade da decapagem secundária obtida será a mesma, que se decapa com jatos de elevada pressão ou não.

[017] Sublinha-se, para evitar qualquer confusão, que as expressões utilizadas no caso de “efeito térmico do resfriamento” e de “eficácia térmica” são equivalentes. Elas expressam o fato de, no decorrer do breve tempo de permanência da cinta na caixa de decapagem (da ordem da segunda apenas), se tratar de assegurar uma queda da temperatura da camada de óxidos até aproximadamente 600°C, isto independentemente de sua temperatura à entrada dessa caixa. Sabe-se que a grandeza física subjacente, e ordinariamente mensurável sobre um trem de laminação é a densidade de fluxo calórico extraído.

[018] Desde então, a substituição dos jatos potentes habituais (10 MPa (100 bars) e além disso) por jatos “baixa pressão” (menos de 3 MPa (30

bars)) basta para assegurar a contração térmica da crosta de óxidos, contração que vai se traduzir por descolamentos dessa crosta, concluídos pela energia dos jatos que, embora modesta, basta no caso amplamente à tarefa para tornar então fácil a retirada da calamina por simples ação de varredura e de arrastamento na água que escoar na superfície.

[019] Esses efeitos em cascata são obtidos com jatos de “baixa pressão”, de acordo com a invenção, para pouco, conforme já se viu, que se faça assegurar o mesmo nível de resfriamento da camada de óxidos sobre a cinta do que com os jatos “pressão elevada”, nível de resfriamento que será, na realidade, atingido, conservando simplesmente a vazão surfácica de água de resfriamento sobre a cinta.

[020] Assim, a substituição da alimentação com água habitual de “pressão elevada” por uma alimentação de “pressão baixa”, se torna uma solução imediatamente aplicável industrialmente para se beneficiar assim de uma vantagem econômica considerável, sem conceder sobre a qualidade de decapagem.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[021] A invenção será bem compreendida e outros aspectos e vantagens aparecerão mais claramente com vistas à descrição que se segue dada com referência ao quadro único anexado de figuras, no qual:

- a figura 1 é um traçado de curvas, ditas de ebulição, oriundas da experiência e mostrando, em função da temperatura de superfície da cinta, a eficácia térmica comparada de uma decapagem secundária, antes da entrada no acabador que funciona com pressões hidráulicas de água projetada diferentes. Essa eficácia térmica é traduzida quantitativamente em ordenada pela densidade surfácica de fluxo térmico extraído (HF), dada em  $MW/m^2$  de superfície de cinta metálica;

- a figura 2 mostra a eficácia dessa decapagem secundária, em

termos de espessura residual da camada de calamina em micrometros ( $e_c$ ) em uma faixa de temperaturas de superfície da cinta de aço decapada (900 – 1050°C) deliberadamente escolhida de acordo com as temperaturas de entrada nos compartimentos acabadores.

#### **DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO**

[022] Na figura 1, a curva de referência é a curva A. Essa curva A resulta de uma decapagem secundária clássica conduzida com o auxílio de jatos d'água potentes oriundos de bocais alimentados sob 13 MPa (130 bars) de pressão. As duas outras curvas B e C são representativas de jatos de “pressão baixa” de 0,8 MPa (8 bars) cada uma, uma (curva B) resultante de testes feitos com uma vazão surfácica de água de irrigação igual àquela da curva A com jatos de “pressão elevada”, a saber 7500 l/min/m<sup>2</sup>, a outra, a curva C, resultante de testes feitos com uma vazão surfácica sensivelmente inferior: 1500 l/min/m<sup>2</sup>.

[023] Importa lembrar de novo no caso que o critério de regulação de uma decapagem secundária de “pressão baixa” bem-sucedido, de acordo com a invenção, reside na manutenção na camada de óxido de um efeito térmico análogo àquele realizado classicamente com jatos de “pressão elevada” (curva A). Isto deve se traduzir no final por uma baixa da temperatura do esboço de 20 a 100°C (segundo à nuance de aço a laminar) entre sua entrada na caixa de irrigação (classicamente 1100°C aproximadamente para um aço ao carbono, por exemplo) e sua entrada nos compartimentos acabadores do laminador (classicamente 1030°C aproximadamente).

[024] Para chegar a isso, considerando-se o pouco tempo de permanência da cinta sob as rampas de irrigação (da ordem da segunda), convém, portanto, assegurar sob essas rampas um resfriamento que faça brutalmente cair a superfície da cinta até 600°C aproximadamente, a fim de, por um lado, que a velocidade de resfriamento da crosta de óxidos seja suficientemente elevada para que a contração térmica diferencial óxidos-metal

que daí resulta chegue a descolar essa crosta, fragmentando-a o máximo possível e, por outro lado, que o inevitável fornecimento calorífico posterior do núcleo da cinta em direção à superfície faça atingir esta última a temperatura desejada à entrada dos compartimentos acabadores.

[025] Esse efeito térmico, que se expressa, portanto, por uma velocidade elevada de resfriamento momentâneo da superfície da cinta (de várias centenas de graus/s) foi expresso, para a parametragem das três curvas do gráfico, por uma grandeza física classicamente acessível a partir da medida, a saber a densidade de fluxo de calor extraído do produto em curso de laminação pela água projetada (*Heat Flux* em inglês resumido, ou HF), grandeza expressa em  $\text{MW/m}^2$ . Ora, essa grandeza característica é particularmente conveniente para dimensionar uma instalação de decapagem, pois ela é correlacionada à vazão de água de resfriamento por  $\text{m}^2$  de cinta (a vazão de água surfácica) que é um parâmetro que pode ser obtido facilmente a partir da definição do funcionamento da decapagem: esquematicamente, a um valor de HF que corresponde a uma vazão surfácica de água de resfriamento.

[026] Assim, conforme se vê, a HF da decapagem de pressão elevada de referência (curva A) foi mantida constante em torno de  $10 \text{ MW/m}^2$  ao longo da operação de irrigação (temperatura de superfície que vai de  $1100$  a  $600^\circ\text{C}$ ). Aqueles das decapagem de “Pressão Baixa”, de acordo com a invenção, foram mantidos respectivamente sobre a mesma faixa de temperaturas entre  $10$  e  $18 \text{ MW/m}^2$  no caso experimental representativo da curva B e entre  $6$  e  $10 \text{ MW/m}^2$  para o caso da curva C.

[027] Notar-se-á que o valor HF é calculado na realidade a partir de dados próprios a cada equipamento de decapagem que são, para citar apenas os mais importantes, a temperatura da água de resfriamento (no caso a  $20^\circ\text{C}$  para todos os testes), o tipo de bocais de projeção, aproximação de saída da água desses bocais, a distância que separa a extremidade de bocal da

superfície da cinta a ser descalaminada, assim como o ângulo de abertura do jato à saída do bocal.

[028] Observar-se-á que o andar geral é o mesmo para a curva B e a curva C: uma subida comum até uma temperatura de superfície de cinta de 450°C aproximadamente, seguida de uma concavidade tendo seu máximo entre 550 e 600°C para as duas, mas com intensidades diferenciadas dessa vez. Em seguida, o decréscimo é operado quase em paralelo entre as duas curvas até 1100°C, que é a temperatura comum de entrada das cintas de testes nas caixas de decapagem.

[029] Observar-se-á que é precisamente nesse nível da faixa em temperaturas (1100 a 900°C para ser ampla) que o interesse industrial do processo, de acordo com a invenção, deve ser sobretudo apreciado, já que a quase totalidade dos trens de laminação a quente de cintas de aço funcionam com temperaturas de cinta à entrada dos compartimentos acabadores situados entre 900 e 1100°C.

[030] Ora, é precisamente nessa faixa em temperaturas que se observa uma qualidade de decapagem quase equivalente entre a curva de referência à pressão elevada A e a curva de baixa pressão B, equivalência a correlacionar naturalmente àquela dos valores de HF sobre o gráfico (entre 10 e 11 MW/m<sup>2</sup>). Ao contrário, em relação a elas, a curva pressão baixa C, que afixa um HF sensivelmente inferior (um pouco menos de 7 MW/m<sup>2</sup>), traduz uma qualidade de decapagem correlativamente pior.

[031] Conforme mostram com efeito, os testes feitos sobre um piloto industrial e consignados na figura 2, é nessa faixa em temperaturas que se constata a obtenção de uma camada de calamina residual fina, não ultrapassando quase 23 µm de espessura, que se utiliza uma configuração BP a 0,6 MPa (6 bars), ou HP a 10 MPa (100 bars)), refletindo assim uma qualidade de decapagem quase idêntica para essas duas opções.

[032] É precisado que esses testes sejam feitos sobre uma cinta de aço de baixo carbono de tipo ISD com uma distância “bocal – cinta de aço” de 160 mm idêntica em cada caso, da mesma forma no que refere-se à vazão de água projetada por bocal, a saber 110 l/min, da mesma forma ainda no que refere-se à velocidade de passagem da cinta de aço a 60 m/min e a temperatura da água projetada (20°C). A eficácia da decapagem foi avaliada (em ordenadas) a partir da medida da espessura de calamina residual na superfície da cinta por observação de cortes micrográficos do produto decapado.

[033] De forma mais geral, foi avaliado que a decapagem, de acordo com a invenção, pode ser feita para uma densidade de fluxo de calor extraído do produto compreendido entre 6,5 e 20 MW/m<sup>2</sup> e, quando refere-se à vazão de água surfácica, para uma vazão superior a 2500 l/min/m<sup>2</sup>.

[034] As densidades de fluxos expressos mais acima são medidas sob a rampa na zona de impacto dos jatos da decapagem.

[035] Encontram-se lá números de apoio, o que foi sublinhado antes, a saber a importância de trabalhar com uma eficácia térmica (HF) conservada em relação ao que se pratica tradicionalmente, quando se passa de uma decapagem de “pressão elevada” a uma decapagem de “pressão baixa”, de acordo com a invenção.

[036] A escolha do nível da pressão baixa a manter se mostra, com efeito, de importância da segunda ordem em relação à manutenção da HF, isto, naturalmente, tanto que não se desce muito baixo em pressão, digamos em torno de 0,3-0,5 MPa (3-5 bars) no mínimo. Caso contrário, as vazões de água surfácicas requeridas, portanto, os níveis de HF requeridos (da ordem de 10 MW/m<sup>2</sup>) não poderiam mais ser atingidos, salvo para multiplicar as rampas de irrigação, mas com o risco, todavia, de não mais poder assegurar o efeito de contração térmica da crosta de óxidos necessário ao seu desencaixe da superfície metálica suporte.

[037] Inversamente, o interesse econômico de trabalhar industrialmente com uma “pressão baixa” que se situaria a mais de 3 MPa (30 bars) se esfumaça brutalmente nesse nível de pressão, já que os equipamentos necessários são aí aqueles, ou próximos daqueles, que se utilizam já atualmente para as “pressões elevadas”.

[038] Ter-se-á compreendido que a invenção poderá ser facilmente aplicada, funcionando com bombas alimentadas à baixa pressão, economizando assim a energia e reduzindo os custos de manutenção, por pouco que se adaptará à necessidade da conformação dos bocais, a fim de assegurar uma vazão de água surfácica equivalente àquela que teria sido praticada em configuração de pressão elevada.

[039] Os bocais utilizados para a aplicação do processo da invenção serão dispostos à mesma distância da cinta que a distância aplicada, quando no processo de decapagem conhecido à pressão elevada.

[040] Serão anotadas outras vantagens suplementares ligadas à utilização de rampas de pressão baixa no lugar da pressão elevada para realizar a decapagem secundária, como:

- a possibilidade de fracionar as rampas de pressão baixa a baixo custo. O fracionamento das rampas permitirá irrigar no mais justo, a saber a cinta a ser descalaminada unicamente e anéis toda a largura do trem de laminação, o que induz a economias de água, uma redução da massa d'água que circula em circuito e, portanto, uma redução correlativa do custo energético suplementar;

- a possibilidade de utilizar as rampas de “pressão baixa” como um acionador de regulagem da térmica da cinta à sua entrada no acabador;

- o desgaste menor dos bocais de projeção de água;

- a redução global dos custos de manutenção da instalação (bombas, válvulas, circuitos...).

[041] É evidente que a invenção não se limitaria aos exemplos descritos antes, mas se aplica a múltiplas variantes e equivalentes. Em particular, lembra-se que ela refere-se a qualquer forma de decapagem secundária, isto é, de retirada de calamina previamente formada por oxidação a quente de uma superfície metálica ao contato com o ar ambiente.

### REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE DECAPAGEM SECUNDÁRIA DAS CINTAS METÁLICAS, em aço notadamente, em passagem durante sua laminação a quente, por projeção de água em sua superfície com o auxílio de rampas de irrigação com bocais alimentados com água sob pressão, caracterizado pelo fato de que consiste em alimentar esses bocais sob baixa pressão hidráulica, até 3 MPa (30 bars) e pelo fato de se regularem esses bocais, a fim de que a densidade do fluxo de calor extraído da cinta (HF) resultante do resfriamento de sua superfície projetada pela água projetada compreendida entre 6,5 e 20 MW/m<sup>2</sup> para uma temperatura da cinta compreendida entre 900 e 1100°C.

2. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a densidade de fluxo de calor está compreendida entre 10 e 11 MW/m<sup>2</sup> para uma temperatura de cinta compreendida entre 900 e 1100°C.

3. PROCESSO de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizado pelo fato de se regularem esses bocais, a fim de que eles liberem uma vazão de água surfácica superior a 2500 l/min/m<sup>2</sup>.

4. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a vazão de água surfácica é de 7500 l/min/m<sup>2</sup>.

5. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que se alimenta os bocais com uma pressão hidráulica inferior a 1 MPa (10 bars), sem descer além de 0,3 MPa (3 bars).

6. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que é realizado a montante dos compartimentos acabadores de um trem de laminação a quente de cintas de aço.

7. PROCESSO, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que é realizado a montante dos compartimentos desengrossadores de um trem de laminação a quente de cintas de aço.

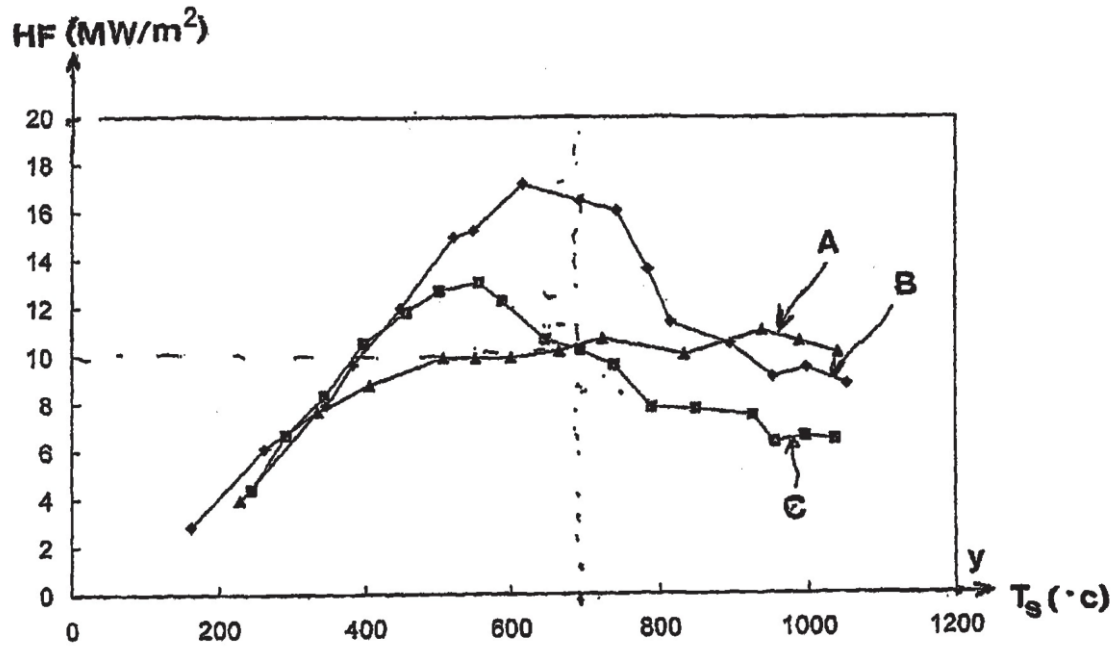


Fig. 1

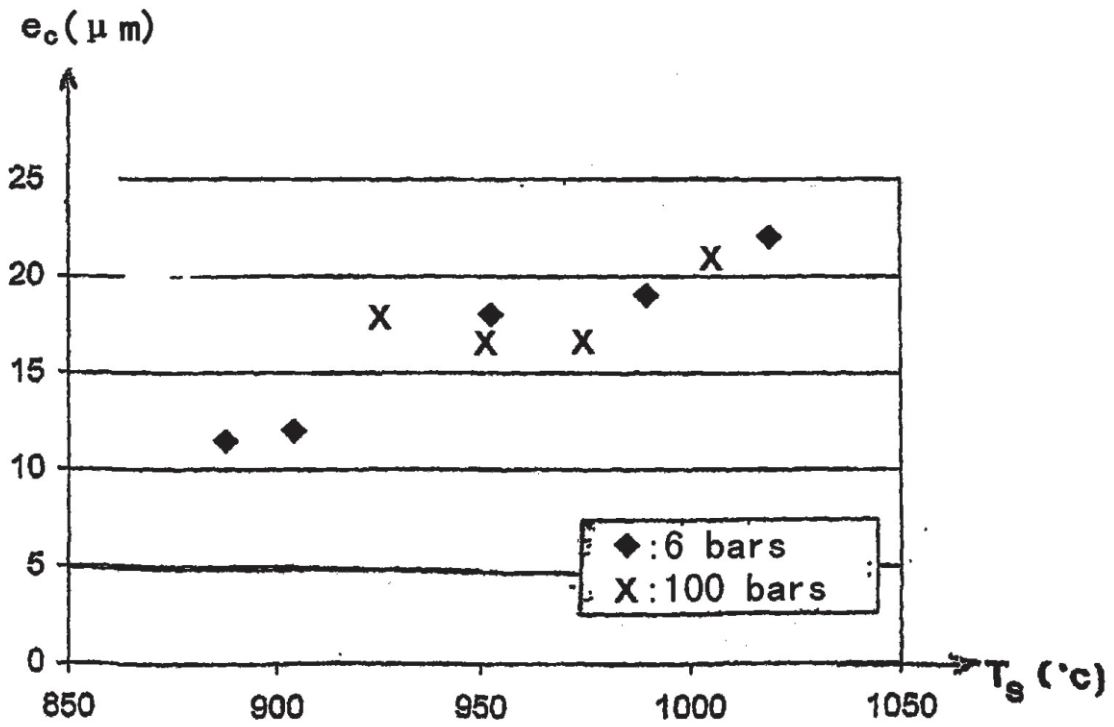


Fig. 2