

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 498**

51 Int. Cl.:

C23G 3/02 (2006.01)

B08B 3/02 (2006.01)

B21B 45/06 (2006.01)

B21B 45/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2008 PCT/FR2008/001200**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2009 WO09056712**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2008 E 08843858 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2185747**

54 Título: **Procedimiento y equipo de decalaminado secundario de las bandas metálicas por proyección de agua a baja presión hidráulica**

30 Prioridad:

21.08.2007 EP 07291027

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

21.06.2017

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL (100.0%)
24-26 Boulevard d'Avranches
1160 Luxembourg, LU**

72 Inventor/es:

**LEBLANC, VALÉRIE;
BOREAN, JEAN-LUC;
MIKLER, NATHALIE;
DUSSART, GILLES;
MIALOT, SYLVAIN y
MATET, PATRICE**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 618 498 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y equipo de decalaminado secundario de las bandas metálicas por proyección de agua a baja presión hidráulica.

5

[0001] La presente invención se refiere a la operación de decalaminado de una banda metálica, de acero especialmente, en desplazamiento durante el laminado en caliente antes de su entrada en los desbastadores o cajas acabadoras del tren de laminado.

10 **[0002]** Cabe recordar que esta operación se denomina más generalmente “decalaminado secundario”, por oposición al decalaminado “primario” que interviene en las secciones de acero a su salida del horno de recalentamiento antes del laminado.

15 **[0003]** Cabe recordar igualmente que el decalaminado secundario de las bandas de acero tiene como objetivo desocupar la superficie de la banda de calamina, denominada secundaria, que está formada por reoxidación rápida del metal caliente durante la estancia de la banda al aire libre después de su decalaminado primario a su salida del horno. Interviene por tanto doblemente durante el laminado, primero antes de la entrada de la banda en el desbastador, después antes de su entrada en el acabador del tren de laminado. Por razones de sencillez, se hará referencia en lo sucesivo únicamente al caso del decalaminado secundario en la entrada del acabador,
20 entendiéndose que lo que se dice al respecto se aplica para lo esencial igualmente al decalaminado secundario en la entrada del desbastador.

[0004] La calamina secundaria se presenta en general en forma de una capa adherente de óxidos metálicos, tradicionalmente entre 50 y 100 μm de espesor, más bien irregular de aspecto. El decalaminado secundario se
25 consigue cuando proporciona en la entrada del acabador una banda de acero que consta en superficie de una capa uniforme de calamina residual de 20 a 30 μm de espesor apenas, no va más allá para evitar unas incrustaciones de óxidos en los cilindros de laminado.

[0005] Para ello, la operación de decalaminado consiste esquemáticamente en impactar la superficie de la
30 banda en desplazamiento por chorros de agua potentes suministrados por unas rampas de riego colocadas a reducida distancia y dotadas de boquillas de inyección alimentadas a alta presión, tradicionalmente por encima de 130-150 bares, incluso a más de 200 bares en ciertos casos. Se apunta así a conjugar un efecto térmico (la temperatura de superficie de la banda, alrededor de 1.100 $^{\circ}\text{C}$ en la entrada del decalaminado, cae casi instantáneamente a cerca de 600 $^{\circ}\text{C}$) con un efecto mecánico debido a la fuerte cantidad de movimiento de los
35 chorros de agua al impacto a fin de fracturar la calamina y eliminarla de la superficie por efecto de empuje. Esta operación tiene lugar tradicionalmente en una cada de decalaminado, de largo aproximadamente de 1 a 2 m, colocada a unos 5 m más arriba de las cajas acabadoras, atravesada por la banda de acero en desplazamiento rectilíneo rápido y que alojan las rampas de riego superiores e inferiores dotadas de boquillas inclinadas a
40 contracorriente de una decena de grados.

[0006] Aunque el eslabón es indispensable para cualquier cadena de elaboración del acero que incorpora una fase caliente (salvo que se desee colocar el tren de laminado en su totalidad en atmósfera no oxidante, lo que no es evidentemente apenas posible), el decalaminado secundario sigue siendo una operación costosa, menos por
45 cierto por las importantes cantidades de agua que implica (el agua utilizada es reciclada) que debido a unos equipos de alta presión hidráulica que la sirve y con respecto a la cual conviene preguntarse sobre las posibilidades de reducir el coste de ello, particularmente en términos de mantenimiento de las bombas y de los circuitos, y de consumo eléctrico.

[0007] El objetivo de la invención es proporcionar una respuesta inmediatamente operacional a la cuestión de
50 la reducción de los costes de la operación de decalaminado secundario, es decir una respuesta compatible con un simple reajuste de los equipos existentes, sin implicar por tanto necesariamente la reinstalación de un nuevo material completo de decalaminado secundario.

[0008] A tal efecto, la invención tiene como objeto un procedimiento de decalaminado secundario de las
55 bandas metálicas, de acero especialmente, en desplazamiento en el transcurso de su laminado en caliente por proyección de agua en su superficie con la ayuda de rampas de riego con boquillas alimentadas de agua a presión, caracterizado porque se alimentan las boquillas a baja presión hidráulica, que no superan los 30 bares (y de preferencia por debajo de 10 bares, pero sin ir a menos de 3 bares aproximadamente) y porque se regulan dichas boquillas a fin de que la densidad del flujo de calor extraída de la banda (HF) que resulta de la refrigeración de su

superficie por el agua proyectada esté comprendida entre 6,5 y 20 MW/m² para una temperatura de banda comprendida entre 900 y 1.100 °C.

5 **[0009]** De manera ventajosa, la densidad de flujo de calor está comprendida entre 10 y 11 MW/m para una temperatura de banda comprendida entre 900 y 1.100 °C. Además, con el objetivo de garantizar un efecto térmico del agua proyectada sobre la superficie que se va a desoxidar cuantitativamente análogo al efecto térmico obtenido con el método de decalaminado secundario conocido habitual a alta presión (es decir, una refrigeración de la banda que reduce la temperatura de su superficie oxidada a 600 °C aproximadamente), se dimensionan dichas boquillas a fin de que suministren un caudal de agua de superficie sobre la banda análoga al caudal de agua de superficie
10 suministrado por dicho método a alta presión.

[0010] De preferencia, el caudal de agua de superficie es superior a 2500 l/mn/m² y, de manera ventajosa, de 7.500 l/mn/m².

15 **[0011]** El procedimiento según la invención puede comprender igualmente diferentes características, tomadas solas o en combinación:

- se alimentan las boquillas con una presión hidráulica inferior a 10 bares, sin bajar no obstante por debajo de 3 bares,
- 20 - el procedimiento de la invención se lleva a cabo antes de las cajas acabadoras de un tren de laminado en caliente de bandas de acero,
- el procedimiento de la invención se lleva a cabo antes de los desbastadores de un tren de laminado en caliente de bandas de acero.

25 **[0012]** Como se habrá comprendido ya sin duda, la invención se basa en el descubrimiento de que es mucho mayor el efecto térmico de los chorros de agua sobre la refrigeración de la corteza de óxidos que actúa en favor del decalaminado secundario que su efecto mecánico sobre la fragmentación de esta corteza de óxidos en la superficie de la banda o, dicho de otro modo, que el efecto de "limpieza a alta presión" de los chorros potentes en su impacto, como se pensaba hasta aquí.

30 **[0013]** Para caracterizar esta similitud de efecto térmico entre el procedimiento de la invención y el procedimiento tradicional de alta presión, se hablará en densidad de flujo de calor extraída de la banda que integra a la vez los parámetros de temperatura de banda y de caudal de agua de superficie, entendiéndose que este caudal debe estar regulado según la temperatura de la banda en la entrada del decalaminado.

35 **[0014]** Para caracterizar el procedimiento, se trata de la misma consideración básica a saber la utilización de la baja presión preservando el efecto térmico generado por la utilización de chorros de alta presión.

[0015] Tanto más arriba de las cajas acabadoras como más arriba de los desbastadores, el éxito del
40 decalaminado secundario se encuentra de hecho directamente y casi únicamente vinculado a la eficacia térmica de la refrigeración de la capa de óxidos que se van a eliminar, esto independientemente por tanto de la presión de alimentación de las boquillas de las rampas de riego. Dicho de otro modo, con eficacia térmica igual, la calidad del decalaminado secundario obtenido será la misma, que si se desoxida con chorros de alta presión o no.

45 **[0016]** Se destaca, para evitar cualquier confusión, que las expresiones utilizadas aquí de "efecto térmico de la refrigeración" y de "eficacia térmica" son equivalentes. Expresan el hecho de que, durante el breve tiempo de estancia de la banda en la caja de decalaminado (del orden de la segunda apenas), se trata de garantizar una caída de la temperatura de la capa de óxidos hasta aproximadamente 600 °C, esto independientemente de su temperatura en la entrada de esta caja. Se sabe que la magnitud física subyacente y ordinariamente cuantificable sobre un tren
50 de laminado, es la densidad de flujo calórico extraído.

[0017] Por consiguiente, el reemplazo de los chorros potentes habituales (100 bares y más allá) por unos chorros de "baja presión" (menos de 30 bares) es suficiente para asegurar la contracción térmica de la corteza de óxidos, contracción que se va a traducir por unos despegues de esta corteza, completados por la energía de los
55 chorros que, aunque modesta, es suficiente aquí ampliamente para la tarea de facilitar entonces la retirada de la calamina por simple acción de barrido y tracción del agua de goteo en la superficie.

[0018] Estos efectos en cascada se obtienen con unos chorros a "baja presión", de conformidad con la invención, por poco, como se ha mencionado, que proporcionan el mismo nivel de refrigeración de la capa de óxidos

sobre la banda que con los chorros de “alta presión”, nivel de refrigeración que se logrará de hecho conservando simplemente el caudal de superficie de agua de refrigeración sobre la banda.

5 **[0019]** Así, el reemplazo de la alimentación de agua habitual de “alta presión” por una alimentación de “baja presión”, se convierte en una solución inmediatamente aplicable industrialmente para beneficiarse así de una ventaja económica considerable sin ceder en la calidad de decalaminado.

10 **[0020]** La invención se comprenderá bien y otros aspectos y ventajas se mostrarán más claramente en vista de la descripción que aparece a continuación dada en referencia a la tabla única de figuras en la cual:

- la figura 1 es un trazado de curvas, denominadas de ebullición, procedentes de la experiencia y que muestran, en función de la temperatura de superficie de la banda, la eficacia térmica comparada de un decalaminado secundario antes de la entrada en el acabador llevado a cabo con unas presiones hidráulicas de agua proyectada diferentes. Esta eficacia térmica se traduce cuantitativamente en ordenadas por la densidad de superficie de flujo térmico extraído (HF), dada en MW/m² de superficie de banda metálica;

15 - la figura 2 muestra la eficacia de este decalaminado secundario, en términos de espesor residual de la capa de calamina en micrómetros (e_c) en un intervalo de temperaturas de superficie de la banda de acero decalaminada (900-1.050 °C) deliberadamente seleccionado conforme a las temperaturas de entrada en las cajas acabadoras.

20 **[0021]** En la figura 1, la curva de referencia es la curva A. Esta curva A resulta de un decalaminado secundario tradicional realizado con la ayuda de chorros de agua potentes procedentes de boquillas alimentadas bajo 130 bares de presión. Las dos otras curvas B y C son representativas de chorros de “baja presión” de 8 bares cada una, una (curva B) que resulta de ensayos realizados con un caudal de superficie de agua de riego igual al de la curva A de chorros de “alta presión”, a saber 7 500 l/min/m², la otra, la curva C, que resulta de ensayos realizados
25 con un caudal de superficie casi inferior: 1.500 l/min/m².

[0022] Es importante recordar de nuevo aquí que el criterio de regulación de un decalaminado secundario de “baja presión” se logra, conforme a la invención, reside en el mantenimiento en la capa de óxido de un efecto térmico análogo al realizado tradicionalmente con unos chorros de “alta presión” (curva A). Este debe traducirse al final por
30 una reducción de la temperatura del desbaste de 20 a 100 °C (según el tipo de acero que se va a laminar) entre su entrada en la caja de riego (tradicionalmente 1.100 °C aproximadamente para un acero al carbono por ejemplo) y su entrada en las cajas acabadoras del laminador (tradicionalmente 1.030 °C aproximadamente).

[0023] Para lograrlo, teniendo en cuenta el reducido tiempo de estancia de la banda bajo las rampas de riego
35 (del orden del segundo), conviene por tanto asegurar bajo estas rampas una refrigeración que hace caer drásticamente la superficie de la banda hasta 600 °C aproximadamente, a fin de que, por una parte, la velocidad de refrigeración de la corteza de óxidos sea suficientemente elevada para que la contracción térmica diferencial óxido-metal que resulta de ello llegue a despegar esta corteza fragmentándola lo máximo posible y, por otra parte, que el inevitable aporte calorífico posterior del núcleo de la banda hacia la superficie haga alcanzar a esta última la
40 temperatura deseada en la entrada de las cajas acabadoras.

[0024] Este efecto térmico, que se expresa por tanto por una velocidad elevada de refrigeración momentánea de la superficie de la banda (de varios cientos de grados/s) se ha expresado para la parametrización de las tres curvas del gráfico, por una amplitud física tradicionalmente accesible a partir de la medición, a saber la densidad de
45 flujo de calor extraído del producto en el transcurso de laminado por el agua proyectada (Heat Flux en inglés abreviados, o HF), amplitud expresada en MW/m². Ahora bien, esta amplitud característica es particularmente adaptable para dimensionar una instalación de decalaminado, ya que está correlacionada con el caudal de agua de refrigeración por m² de banda (el caudal de agua de superficie) que, es un parámetro que se puede obtener fácilmente a partir de la definición del funcionamiento del decalaminado: esquemáticamente, a un valor de HF
50 corresponde un caudal de superficie de agua de refrigeración.

[0025] Así, como se observa, el HF del decalaminado de “alta presión” de referencia (curva A) se ha mantenido constante alrededor de 10 MW/m² a lo largo de la operación de riego (temperatura de superficie que va de 1.100 a 600 °C). Los de los decalaminados de “baja presión” según la invención se han mantenido
55 respectivamente en el mismo intervalo de temperaturas entre 10 y 18 MW/m² en el caso experimental representativo de la curva B y entre 6 y 10 MW/m² para el caso de la curva C.

[0026] Se observará que el valor HF se calcula de hecho a partir de datos apropiados para cada equipo de decalaminado que son, para citar solo los más importantes, la temperatura del agua de refrigeración (aquí a 20 °C

para todos los ensayos), el tipo de boquillas de proyección, la presión de salida del agua de estas boquillas, la distancia que separa el orificio de la boquilla de la superficie de la banda que se va a desoxidar, así como el ángulo de apertura del chorro en la salida de la boquilla.

5 **[0027]** Se observará que el aspecto general es el mismo para la curva B y la curva C: una subida común hasta una temperatura de superficie de banda de 450 °C aproximadamente, seguida de una protuberancia que tiene su máximo entre 550 y 600 °C para los dos, pero con intensidades diferenciadas esta vez. A continuación, la disminución se lleva a cabo casi en paralelo entre las dos curvas hasta 1.100 °C, que es la temperatura común de entrada de las bandas de ensayos en las cajas de decalaminado.

10

[0028] Se observará que es precisamente a este nivel del intervalo de temperaturas (1.100 a 900 °C para ser amplio) que el interés industrial del procedimiento según la invención se debe apreciar sobre todo puesto que la casi totalidad de los trenes de laminado en caliente de bandas de acero funcionan con unas temperaturas de banda en la entrada de las cajas acabadoras situadas entre 900 y 1.100 °C.

15

[0029] Ahora bien, es precisamente en este intervalo de temperaturas que se observa una calidad de decalaminado casi equivalente entre la curva de referencia de alta presión A y la curva de baja presión B, equivalencia que se va a correlacionar desde luego a la de los valores de HF en el gráfico (entre 10 y 11 MW/m²). En cambio, con respecto a ellas, la curva de baja presión C, que muestra un HF casi inferior (un poco menos de 20 MW/m²), traduce una calidad de decalaminado correlativamente menos buena.

20

[0030] Como lo muestran en efecto los ensayos realizados en un piloto industrial y registrados en la figura 2, es en este intervalo de temperaturas que se constata la obtención de una capa de calamina residual fina, que no supera apenas los 23 µm de espesor, que se utiliza una configuración BP a 6 bares o HP a 100 bares, reflejando así una calidad de decalaminado casi idéntica para estas dos opciones.

25

[0031] Se precisa que estos ensayos se han realizado en una banda de acero con bajo contenido de carbono de tipo ISF con una distancia "boquilla-banda de acero" de 160 mm idéntica en cada caso, del mismo modo en lo que se refiere al caudal de agua proyectado por boquilla, a saber 110 l/min, del mismo modo incluso para lo que se refiere a la velocidad de desplazamiento de la banda de acero a 60 m/min y la temperatura del agua proyectada (20 °C). La eficacia del decalaminado se ha evaluado (en ordenadas) a partir de la medición del espesor de calamina residual a la superficie de la banda por observación de secciones micrográficas del producto desoxidado.

30

[0032] De forma más general, se ha evaluado que el decalaminado según la invención puede ser realizado para una densidad de flujo de calor extraída del producto comprendida entre 6,5 y 20 MW/m² y, cuando se hace referencia al caudal de agua de superficie, para un caudal superior a 2.500 l/mn/m².

35

[0033] Las densidades de flujo expresadas más arriba se miden bajo la rampa en la zona de impacto de los chorros del decalaminado.

40

[0034] Se encuentran allí, cifras de respaldo, que se han señalado antes, a saber la importancia de trabajar con una eficacia térmica (HF) conservada con respecto a lo que se practica tradicionalmente, cuando se pasa de un decalaminado de "alta presión" a un decalaminado de "baja presión" conforme a la invención.

45

[0035] La elección del nivel de la baja presión que se va a mantener se revela en efecto de importancia del segundo orden con respecto al mantenimiento del HF, esto, por supuesto, mientras no cae demasiado bajo la presión, es decir alrededor de 3-5 bares mínimo. Si no, los caudales de agua de superficies requeridos, por tanto los niveles de HF requeridos (del orden de 10 MW/m²) no se podrían volver a alcanzar, salvo que se multipliquen las rampas de riego, pero con el riesgo no obstante de no poder asegurar más el efecto de contracción térmica de la corteza de óxidos necesaria en su desenganche de la superficie metálica soporte.

50

[0036] A la inversa, el interés económico de trabajar industrialmente con una "baja presión" que se situaría a más de 30 bares desaparece drásticamente a este nivel de presión puesto que los equipos necesarios son estos o próximos a estos, que se utilizan ya hoy para las "altas presiones".

55

[0037] Se habrá comprendido que la invención se podrá aplicar fácilmente funcionando con unas bombas alimentadas a baja presión, economizando así energía y reduciendo los costes de mantenimiento, siempre que se adapte si es necesario la conformación de las boquillas a fin de asegurar un caudal de agua de superficie equivalente al que se habría practicado en configuración de alta presión.

[0038] Las boquillas utilizadas para la aplicación del procedimiento de la invención estarán dispuestas a la misma distancia de la banda que la distancia aplicada durante el procedimiento de decalaminado conocido a alta presión.

5

[0039] Se observarán otras ventajas suplementarias vinculadas a la utilización de rampas de baja presión en lugar de alta presión para realizar el decalaminado secundario, como:

- 10 - la posibilidad de fraccionar las rampas de baja presión a coste reducido. El fraccionamiento de las rampas permitirá irrigar de manera justa, a saber la banda que se va a desoxidar únicamente y no todo el ancho del tren de laminado, lo que genera un ahorro de agua, una reducción de la masa de agua que circula en bucle y, por tanto, una reducción correlativa del coste energético suplementario;
- la posibilidad de utilizar las rampas de "baja presión" como un accionador de regulación de la térmica de la banda en su entrada en el acabador;
- 15 - el desgaste menor de las boquillas de proyección de agua;
- la reducción global de los costes de mantenimiento de la instalación (bombas, válvulas, circuitos...).

[0040] Es evidente que la invención no puede limitarse a los ejemplos descritos anteriormente, pero se aplica a múltiples variantes y equivalentes. En particular, se recuerda que se refiere a cualquier forma de decalaminado secundario, es decir de retirada de calamina previamente formada por oxidación en caliente de una superficie metálica en contacto con el aire ambiente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de dec laminado secundario de las bandas metálicas en desplazamiento en el transcurso de su laminado en caliente, por proyección de agua en su superficie con la ayuda de rampas de riego con 5 boquillas alimentadas de agua a presión, **caracterizado porque** consiste en alimentar dichas boquillas a baja presión hidráulica, que no superan los 30 bares y **porque** se regulan dichas boquillas a fin de que la densidad del flujo de calor extraída de la banda (HF) que resulta de la refrigeración de su superficie por el agua proyectada esté comprendida entre 6,5 y 20 MW/m² para una temperatura de banda comprendida entre 900 y 1.100 °C.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la densidad de flujo de calor está comprendida entre 10 y 11 MW/m² para una temperatura de banda comprendida entre 900 y 1.100 °C.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** se regulan dichas boquillas a fin de que suministren un caudal de agua de superficie superior a 2.500 l/mn/m².
- 15 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el caudal de agua de superficie es de 7.500 l/mn/m².
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 3, **caracterizado porque** se alimentan 20 las boquillas con una presión hidráulica inferior a 10 bares, sin descender no obstante por debajo de 3 bares.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se lleva a cabo antes de las cajas acabadoras de un tren de laminado en caliente de bandas de acero.
- 25 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se lleva a cabo antes de los desbastadores de un tren de laminado en caliente de bandas de acero.

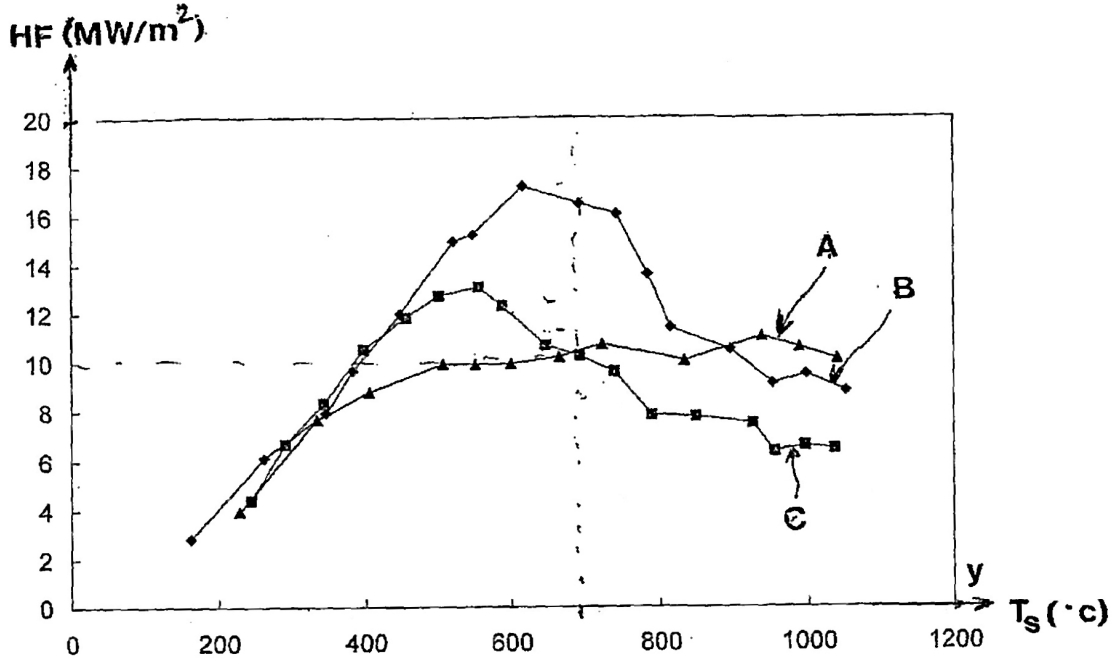


Fig. 1

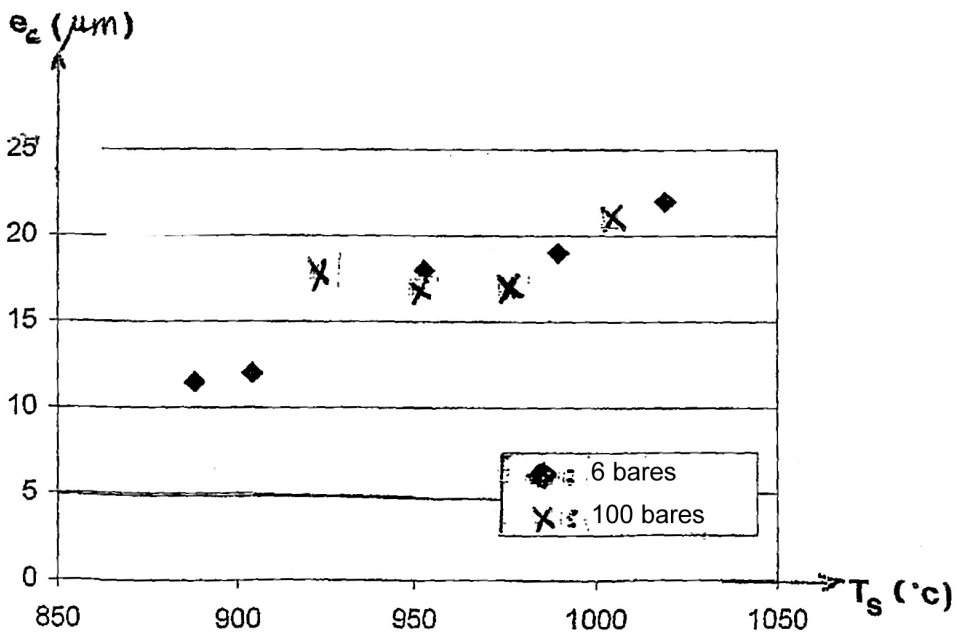


Fig. 2