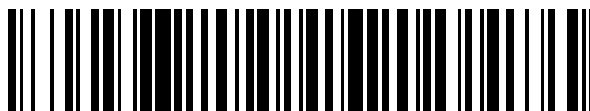


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 152**

51 Int. Cl.:

C21D 9/573 (2006.01)

F25D 3/10 (2006.01)

F27B 9/12 (2006.01)

F27D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2010 E 10290086 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2226400**

54 Título: **Procedimiento de refrigeración de una banda metálica que circula en el interior de una sección de refrigeración de una línea de tratamiento térmico en continuo e instalación de puesta a punto de dicho procedimiento**

30 Prioridad:

02.03.2009 FR 0900924

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

18.07.2017

73 Titular/es:

**COCKERILL MAINTENANCE & INGENIERIE S.A.
(100.0%)
Avenue Greiner 1
4100 Seraing, BE**

72 Inventor/es:

**NEMER, MAROUN;
ZOGHAIB, MARIA;
CLODIC, DENIS;
ABDO, DIALA;
LANGEVIN, STÉPHANE y
DUBOIS, PATRICK**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 625 152 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 de refrigeración de una banda metálica que circula en el interior de una sección de refrigeración de una línea de tratamiento térmico en continuo e instalación de puesta a punto de dicho procedimiento

5

La presente invención se refiere a la refrigeración de una banda metálica que circula en el interior de una sección de refrigeración de una línea de tratamiento térmico en continuo, tal como una línea de recocido o de revestimiento metálico u orgánico.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Sobre las líneas de tratamiento térmico en continuo del tipo anteriormente citado, la refrigeración de las bandas metálicas se realiza en el interior de una sección de refrigeración por soplado de un gas, en general una mezcla de nitrógeno y de oxígeno, a través de uno o varios cajones de refrigeración, equipados con perforaciones o tubos de soplado asociados.

15

La preocupación constante de los diseñadores de las secciones de refrigeración es a la vez enfriar de modo tan homogéneo como sea posible la banda que circula en el interior de dicha sección y evitar inducir inestabilidades y/o vibraciones al nivel de la banda en circulación.

20

El documento EP-A-1 655 383 ilustra un dispositivo de refrigeración de este tipo, en el cual una banda circula entre dos cajones de refrigeración equipados con tubos de soplado inclinados, según una inclinación que está dirigida a la vez hacia arriba y/o hacia abajo de la banda que está en circulación y hacia los bordes de ésta. En el momento de su paso por el interior de la sección de refrigeración, la banda es enfriada así sobre sus dos caras gracias al soplado de la mezcla gaseosa referida a una temperatura inferior a aquella de la banda. La presión necesaria en el soplado está asegurada por uno o dos ventiladores asociados. La mezcla gaseosa caliente por el intercambio térmico con la banda se enfría en el interior de un intercambiador, en general un intercambiador de agua, para ser transferida a continuación hasta el sistema de refrigeración a través del o de los ventiladores, siendo recirculada hacia los cajones de refrigeración.

25

30

Se sabe que la transferencia térmica depende de la distancia de soplado entre la banda y los orificios de salida de la mezcla gaseosa y también de la geometría del soplado y de la velocidad de soplado. Es muy conocido que la transferencia térmica es tanto más eficaz cuando más pequeña sea la distancia de soplado y/o más elevada sea la velocidad de soplado. Sin embargo, se choca con un límite práctico en el aumento de la velocidad de soplado y en la disminución de la distancia entre la banda y el sistema de soplado, porque, a partir de un cierto umbral se nota la aparición de vibraciones y/o de oscilaciones de la banda que pueden provocar un contacto entre la banda y el sistema de soplado y crear marcas incompatibles con la calidad de la superficie buscada, incluso hasta deteriorar más gravemente la banda.

35

40

En una variante del soplado de la mezcla gaseosa, igualmente se ha utilizado el agua como el fluido de refrigeración, como aquello que se ilustra en el documento EP-A-0343 103 en el cual la refrigeración rápida de la banda se efectúa por medio de toberas de niebla de agua/aire, o en una variante en el documento FR-A-2 796 965 en la cual se utilizan toberas de agua/nitrógeno. Se encuentra la misma enseñanza en los documentos US-A-6 054 095, US-A-5 902 543, US-A-4 934 445, DE-A-44 29 203 y JP-A-02 170925.

45

La utilización de agua como fluido de refrigeración es interesante en la medida en la que la transferencia de calor requiere velocidades de salida menores para el fluido de refrigeración, porque se basa sobre un intercambio de calor por evaporación del agua en el aire o el nitrógeno, pero esta utilización presenta dos inconvenientes importantes. El primer inconveniente es que la transferencia de calor está limitada por la temperatura de saturación del agua en el interior de los gases incondensables aire o nitrógeno y el segundo es que el acero a alta temperatura sufre inevitablemente una oxidación cuando es enfriado por una niebla de agua/aire o de agua/nitrógeno, lo que necesita a continuación un tratamiento especial de decapado que se puede revelar costoso y a veces incluso imposible de ejecutar en ciertas líneas como aquellas de galvanización.

50

55

El antecedente tecnológico está igualmente ilustrado por los documentos US-A-4 399 658, US-A-3 728 869 y DE-A-44 29203.

Existe por lo tanto la necesidad de un procedimiento de refrigeración con mejores resultados prácticos, capaz de aumentar significativamente la velocidad de refrigeración de una banda metálica en deslizamiento, sin por lo tanto someter la banda a vibración y/u oscilación, ni provocar una oxidación de dicha banda.

60

OBJETO DE LA INVENCION

La invención tiene por objetivo concebir un procedimiento y una instalación de refrigeración que permita enfriar una

banda metálica en desplazamiento, con una velocidad de refrigeración elevada, sin generar vibraciones y/u oscilaciones, evitando la necesidad de un decapado o de un tratamiento especial de la superficie a continuación de la refrigeración que sería la consecuencia de una oxidación más o menos importante de la superficie de la banda.

5 DEFINICIÓN GENERAL DE LA INVENCION

El problema técnico anteriormente citado se resuelve según la invención gracias a un procedimiento de refrigeración de una banda metálica que circula en el interior de una sección de refrigeración de una línea de tratamiento térmico en continuo, que consiste en proyectar en el interior de la sección de refrigeración, sobre la superficie de la banda que se va a enfriar, un medio frigorígeno capaz de enfriar la banda sin oxidar dicha banda, hecho procedimiento siendo remarcable porque el medio frigorígeno está principalmente compuesto por un cuerpo de cambio de fase cuyo paso a fase gaseosa se efectúa a una temperatura que es a la vez inferior a la temperatura de la banda que se va a enfriar y próxima a la temperatura del medio ambiente exterior, de modo que el intercambio de energía se realiza en el ámbito de un proceso endotérmico con un cambio de fase de dicho cuerpo de cambio de fase y que a continuación dicho medio frigorígeno se puede volver a condensar a una presión próxima a la presión atmosférica.

Gracias a la utilización de un proceso endotérmico con un cambio de fase, se llega a realizar una importante transferencia de energía que depende débilmente de la velocidad de soplado, lo que permite evitar los riesgos anteriormente citados de aparición de vibraciones y/o de oscilaciones de la banda metálica enfriada. De hecho, la transferencia de energía depende naturalmente del tipo de medios frigorígenos utilizados, pero sobre todo de la cantidad soplada y por lo tanto evaporada o sublimada a consecuencia del cambio de fase que se realiza en la proximidad de la superficie de la banda. Además, se suprimen los inconvenientes anteriormente citados de las técnicas anteriores que utilizan el agua como fluido de refrigeración.

Según un modo de ejecución particular que no forma parte del procedimiento de la invención, el medio frigorígeno está bajo forma sólida, en particular bajo la forma de lentejuelas, que presentan un punto triple que es superior a la temperatura del medio ambiente exterior, el procedimiento endotérmico efectuándose con una sublimación de dicho medio frigorígeno al nivel de la superficie de la banda que se va a enfriar.

Según un modo de ejecución del procedimiento de la invención, el medio frigorígeno es un fluido, en particular bajo la forma de finas gotitas, que presentan una temperatura normal de ebullición que es superior a la temperatura del medio ambiente exterior, el proceso endotérmico efectuándose con una evaporación de dicho medio frigorígeno al nivel de la superficie de la banda que se va a enfriar.

En la práctica, la utilización de un fluido frigorígeno se considera preferible no solamente en términos de mejores resultados técnicos, sino también por la mayor facilidad de realización y de control de la instalación asociada.

De forma ventajosa, el fluido frigorígeno se evapora y se recupera aguas abajo de la sección de refrigeración para ser recirculado, habiendo soportado un proceso de condensación y de separación después del cual se aísla una fracción de incondensables, dicha fracción estando controlada para ajustar la temperatura de condensación del fluido frigorígeno de cara a minimizar el consumo de energía.

En el caso de utilización de un fluido frigorígeno, se prefiere que dicho fluido suponga por lo menos el 80% del volumen por volumen de fluido de cambio de fase.

De forma ventajosa, entonces, el fluido de cambio de fase es pentano. Éste podría ser un pentano en estado puro, o en una variante una mezcla de pentano/hexano del 80/20 de porcentaje molar.

De preferencia todavía, la atmósfera que reina en el interior de la sección de refrigeración se aísla del medio ambiente exterior, en particular al nivel de la entrada y de la salida de la banda que se va a enfriar, de modo que se permita un control permanente del medio frigorígeno en el momento del proceso endotérmico. Esto es importante no solamente por cuestiones de orden económico, sino también por cuestiones de seguridad en la medida en la que ciertos fluidos susceptibles de ser utilizados puedan ser inflamables a alta temperatura y por lo tanto no se deban mezclar con el oxígeno del aire.

De forma ventajosa, finalmente, el caudal de masa de medio frigorígeno proyectado sobre la superficie de la banda se controla para que permanezca inferior a un límite previamente determinado procurando que la totalidad del medio frigorígeno esté afectado por el cambio de fase.

La invención concierne igualmente a una instalación destinada a la puesta en práctica de un procedimiento que presenta una por lo menos de las características anteriormente citadas.

Según la invención, la instalación comprende:

- una sección de refrigeración que comprende un cajón de refrigeración atravesado de modo estanco por la banda

que se va a enfriar, dicho cajón estando equipado interiormente con boquillas instaladas para proyectar sobre las dos caras de dicha banda un medio frigorígeno principalmente compuesto por un cuerpo de cambio de fase cuyo paso a fase gaseosa se efectúa a una temperatura que es a la vez inferior a la temperatura de la banda que se va a enfriar y próxima a la temperatura del medio ambiente exterior;

- un condensador conectado aguas abajo del cajón de refrigeración por intermediación de un supresor, que permite volver a condensar el medio frigorígeno a una presión próxima a la presión atmosférica;

- una bombona que forma un depósito/separador conectado aguas abajo del condensador; y

- una bomba de recirculación conectada aguas abajo de la bombona depósito/separador por intermediación de una válvula de seguridad y conectada aguas arriba del cajón de refrigeración.

Se podrá prever que las boquillas del cajón de refrigeración estén instaladas con una segmentación, de modo que se pueda seguir una pendiente de refrigeración previamente determinada en función de la velocidad de desplazamiento de la banda.

Se podrá prever igualmente que el cajón de refrigeración comprenda una sección aguas arriba exenta de boquillas y una sección aguas abajo equipada con boquillas, con referencia al sentido de circulación de la banda, dicha sección aguas arriba estando equipada con un captador de medida de la temperatura de la banda que entra en el interior de dicho cajón.

Según otra característica ventajosa, el cajón de refrigeración está equipado, al nivel de la entrada y de la salida de la banda, con esclusas de paso estancas.

Es además interesante prever que la instalación comprenda captadores de medición de la temperatura de la banda aguas arriba de la entrada y aguas abajo de la salida del cajón de refrigeración, dichos captadores sirviendo para regular el caudal de la bomba de recirculación en función de la velocidad de desplazamiento de dicha banda, velocidad de desplazamiento o la cual es medida por un captador asociado exterior a dicho cajón de refrigeración.

De forma ventajosa todavía, la bombona depósito/separador está equipada interiormente con un serpentín frigorífico que funciona a una temperatura que es inferior a la temperatura de condensación del medio frigorígeno utilizado, a fin de completar en el interior de dicha bombona los procesos de condensación y de separación de la fase líquida del medio frigorígeno y de los gases incondensables. En particular, la bombona depósito/separador está equipada con una purga que permite extraer los gases incondensables.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a la luz de la descripción que sigue a continuación, que concierne a un modo de realización particular, con referencia al dibujo adjunto que ilustra una instalación de puesta en práctica del procedimiento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se hará referencia a la figura única del dibujo adjunto, que ilustra esquemáticamente una instalación de puesta en práctica del procedimiento de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODO DE REALIZACIÓN PREFERIDO DE LA INVENCION

La figura única que ilustra esquemáticamente una instalación indicada por 100 de puesta en práctica del procedimiento de refrigeración según la invención. Una banda metálica indicada por 1 circula en el interior de una sección de refrigeración indicada por 4 de una línea de tratamiento térmico en continuo, que podría ser una línea de recocido o de revestimiento metálico u orgánico.

Según los antecedentes tecnológicos, la línea de paso de la banda 1 está fijada por un rodillo de reenvío inferior 2 y un rodillo de reenvío superior 3, en una parte y la otra de la sección de refrigeración 4, el sentido de circulación de la banda 1 estando esquematizado por las flechas 50.

La sección de refrigeración 4 comprende un cajón de refrigeración 5 que está atravesado por la banda que se va a enfriar 1. El cajón de refrigeración 5 está cerrado y la travesía de la banda se efectúa de modo estanco a nivel de las esclusas de entrada y de salida 8, 9 que están representadas en este caso esquemáticamente. Se podrá tratar de sistemas de trampillas que cooperan o no con los rodillos de apoyo, como es muy conocido en el ámbito de las líneas de tratamiento en continuo. Gracias a las esclusas de entrada y de salida 8, 9, se asegura que la atmósfera que reina en el interior de la sección de refrigeración 4 está aislada del medio ambiente exterior, en particular a nivel de la entrada y de la salida de la banda que se va a enfriar, de modo que permite un control permanente del medio frigorígeno en el momento de la refrigeración de dicha banda.

5 El cajón de refrigeración 5 está equipado interiormente con rampas de proyección 6 instaladas en una parte y la otra del plano de paso de la banda, cada rampa estando ella misma provista de una pluralidad de boquillas de pulverización 7 que permiten proyectar en el interior de la sección de refrigeración 4, sobre la superficie de la banda 1 que se va a enfriar, un medio frigorígeno particular capaz de enfriar la banda sin oxidar dicha banda (a diferencia del agua a menudo utilizada en las técnicas anteriores).

10 Está previsto en efecto, según una característica esencial de la invención, proyectar sobre la banda un medio frigorígeno principalmente compuesto por un cuerpo de cambio de fase cuyo paso a fase gaseosa se efectúa a una temperatura que es a la vez inferior a la temperatura de la banda que se va a enfriar y próxima a la del medio ambiente exterior, de modo que el intercambio de energía se realiza dentro del ámbito de un proceso endotérmico con un cambio de fase de dicho cuerpo de cambio de fase y que a continuación dicho medio frigorígeno se puede volver a condensar a una presión próxima a la presión atmosférica.

15 El hecho de que la refrigeración esté provocada por el cambio de fase de por lo menos un componente del medio frigorígeno hace que únicamente se dependa débilmente de la velocidad de soplado, lo que es ventajoso para la estabilidad de desplazamiento de la banda puesto que se reduce el riesgo de que se vean aparecer vibraciones y/u oscilaciones de dicha banda. Además, se suprimen los inconvenientes de las técnicas anteriores que utilizan el agua como fluido de refrigeración (oxidación de la banda y necesidad de prever un tratamiento posterior de decapado).

20 En un modo de ejecución, que no forma parte de la invención, el medio frigorígeno está bajo la forma de sólido, en particular bajo la forma de lentejuelas, que presentan un punto triple que es superior a la temperatura del medio ambiente exterior, el proceso endotérmico efectuándose con una sublimación de dicho medio frigorígeno al nivel de la superficie de la banda que se va a enfriar. Se podrá utilizar por ejemplo CO₂.

25 Sin embargo, si se toma precisamente el ejemplo del CO₂ que se sublima a la presión atmosférica a -78 °C, en el caso en donde la atmósfera está enteramente constituida por CO₂ en el interior de la sección de refrigeración, o a temperaturas inferiores en el caso en el que CO₂ esté a una presión parcial inferior a la presión atmosférica, en general se tendrá la necesidad de una tasa de compresión elevada para organizar la recirculación del medio frigorígeno, lo que puede resultar poco ventajoso al nivel del consumo energético.

30 Es por eso por lo que se prefiere a menudo otro modo de ejecución del proceso, en el cual el medio frigorígeno sea un fluido, en particular bajo forma de finas gotitas, que presentan una temperatura normal de ebullición que es superior a la temperatura del medio ambiente exterior, el proceso endotérmico efectuándose con una evaporación de dicho medio frigorígeno al nivel de la superficie de la banda que se va a enfriar.

35 De un modo general, será interesante prever que el fluido frigorígeno evaporado se recupere aguas abajo de la sección de refrigeración 4 para ser recirculado, habiendo soportado un proceso de condensación y de separación después del cual se aísla una fracción de incondensables, dicha fracción estando controlada para ajustar la temperatura de condensación del fluido frigorígeno de cara a minimizar el consumo de energía.

40 Según una característica ventajosa, se utiliza un fluido frigorígeno que comprende por lo menos el 80% en volumen por volumen de fluido de cambio de fase.

45 Entre en los diferentes hidrocarburos contemplados, la utilización de pentano como fluido o componente de fluido de cambio de fase, se considera, a este efecto, como particularmente interesante.

Se podrá utilizar pentano en estado puro, en particular pentano líquido que se evapora a 35 °C bajo su propia tensión de vapor, por lo tanto a presión ambiente.

50 En una variante se podrá tratar de una mezcla que comprenda principalmente pentano, con preferencia por lo menos el 80% en volumen por volumen de pentano.

55 Se podrán contemplar mezclas tales como mezclas de pentano y nitrógeno, pero, con las mezclas de este tipo, el consumo de energía del sistema global quedará un poco penalizado por el hecho de la evaporación del pentano en un gas incondensable que limita el calor latente de vaporización en función de la presión parcial del pentano en el nitrógeno.

60 Por el contrario, una mezcla de pentano/hexano del 80/20 de porcentaje molar se considera como mucho más interesante. Una mezcla de este tipo comienza evaporarse a partir de 39,5 °C, para estar completamente en estado gaseoso a 43 °C.

Se habrá comprendido que el pentano presenta un interés muy particular por el hecho de su temperatura normal de ebullición del orden de 35 °C, porque es suficiente organizar el intercambio térmico en el interior de un intercambiador bien dimensionado con un fluido exterior (aire o agua) para condensarlo.

En una variante, se podrá contemplar también utilizar heptano o una mezcla de pentano/heptano.

Más generalmente, el caudal de masa del medio frigorígeno proyectado sobre la superficie de la banda estará de preferencia controlado para que permanezca inferior a un límite previamente determinado procurando que la totalidad del medio frigorígeno se vea afectado por el cambio de fase.

A fin de obtener un reparto homogéneo del fluido frigorígeno que se va a evaporar al nivel de la superficie de la banda y de asegurar que todo el fluido frigorígeno se evapore, se utilizará en particular boquillas de pulverización tales como las boquillas 7, instaladas para pulverizar el fluido en finas gotitas sobre la totalidad de la superficie de la banda de cara a una transferencia térmica homogénea, con un caudal másico poco importante y una regulación particularmente simple de la cantidad de calor que se va a absorber. Será entonces interesante prever que la cantidad de calor a intercambiar esté controlada por el caudal de la masa del fluido pulverizado.

Lo que precede evidentemente vale para el caso de un medio frigorígeno bajo la forma sólida, que no forma parte de la invención, para el cual conviene asegurar que la totalidad del medio frigorígeno se sublima a continuación de su pulverización por ejemplo en lentejuelas sobre la totalidad de la superficie de la banda.

En la práctica, en el caso de un fluido frigorígeno, se utilizarán de preferencia boquillas de pulverización de cono liso. Las gotitas que impactan en las dos caras de la banda soportado entonces instantáneamente un cambio de fase que induce una importante absorción de energía.

El caudal de masa inyectado de fluido frigorígeno que se evapora depende por supuesto del número de boquillas de pulverización utilizadas y del caudal másico de cada una de éstas. La distribución geométrica de las boquillas de pulverización depende de su ángulo de acción, el cual se escoge para que las gotitas impacten en la totalidad de la superficie de refrigeración. A este respecto se podrá hacer referencia al documento EP-A-1 655 383 que contiene una enseñanza preciosa sobre la inclinación de los tubos de proyección, entendiéndose que este documento anterior únicamente concierne a la refrigeración por soplado de una mezcla gaseosa tradicional tal como una mezcla de nitrógeno y de hidrógeno. Se podrá prever igualmente que las boquillas de pulverización estén instaladas con una segmentación, de modo que se pueda seguir una pendiente de refrigeración previamente determinada en función de la velocidad de desplazamiento de la banda.

Volviendo ahora a la figura única del dibujo adjunto, se constata que la instalación 100 comprende igualmente un condensador 13 conectado aguas abajo del cajón de refrigeración 5 por intermediación de un supresor 10, a través de canalizaciones respectivas 11 y 12, lo que permite volver a condensar el medio frigorígeno a una presión próxima a la presión atmosférica. La canalización 12, que contiene esencialmente una fase vapor, se prolonga por un tramo 12' en el interior del condensador 13, el cual está realizado en este caso bajo la forma de un intercambiador clásico que utiliza un circuito de intercambio 14 atravesado por agua o aire. La canalización de salida 15 del condensador 13 desemboca en una bombona 16 que forma el depósito y separador. En efecto hay una fase líquida e incondensables que llegan juntos al interior de esta bombona 16, estas dos fases se separan en una reserva líquida RL coronada con una fracción de incondensables gaseosos IG.

A la salida de la bombona que forma el depósito/separador 16, se encuentra una canalización 19 que conducen a una válvula de seguridad 20, después una canalización 21 que llega a una bomba de recirculación 22 que está conectada aguas arriba del cajón de refrigeración 5 por una canalización 23.

Así, después de la evaporación del fluido de cambio de fase pulverizado en el interior de la sección de refrigeración, éste se condensa en el condensador exterior 13, y se controlan, aguas abajo de dicho condensador, los incondensables presentes en el fluido frigorígeno, que son típicamente nitrógeno y eventualmente trazas de hidrógeno.

Se debe observar que el cajón de refrigeración 5 ilustrado en este caso comprende una sección aguas arriba 5.1 exenta de boquillas 7, y una sección aguas abajo 5.2 que está equipada con boquillas 7, con referencia al sentido de circulación 50 de la banda 1. La sección aguas arriba 5.1 está equipada con un captador 34 que sirve para medir la temperatura de la banda 1 que entra en el interior de dicho cajón. Por el hecho de la ausencia de boquillas, se puede así asegurar, por una medición óptica de la temperatura de la banda, que la totalidad del medio frigorígeno se ha transformado bien en gas. Cualquier gotita que no haya sufrido la transformación de fase se evacuará en esta sección y se evaporará, o sublimará cuando se trate de lentejuelas.

La instalación comprende igualmente captadores 32, 33 de medición de la temperatura de la banda 1, respectivamente aguas arriba de la entrada y aguas abajo de la salida del cajón de refrigeración 5. Estos captadores 32, 33 sirven para regular el caudal de la bomba de recirculación 22 en función de la velocidad de desplazamiento de dicha banda, velocidad de desplazamiento la cual es medida por un captador asociado 31 exterior al cajón de refrigeración 5.

Se ha ilustrado esquemáticamente un conjunto central de control 30 que recibe informaciones proporcionadas por el captador de velocidad 31 y los captadores de temperatura 32, 33, 34, estas informaciones siendo transmitidas por una red de hilos ilustrada en trazo mixto. Este conjunto de control 30 permite enviar instrucciones de funcionamiento muy precisas al órgano de mando 35 de la bomba de recirculación 22.

Se constata igualmente en la figura que la bombona depósito/separador 16 está equipada interiormente con un serpentín frigorífico 17, que utiliza su propio fluido frigorígeno, el cual funciona naturalmente a una temperatura que es inferior a la temperatura de condensación del medio frigorígeno de cambio de fase utilizado para la refrigeración de la banda. Este serpentín frigorífico 17 permite completar en el interior de la bombona 16 los procesos de condensación y de separación de la fase líquida del medio frigorígeno y de los gases incondensables. El control de los incondensables en el interior del fluido frigorígeno es importante, ya que permite ajustar la temperatura de condensación: en efecto, cuanto menos elevada sea el contenido de incondensables, menos elevada será la temperatura de condensación del fluido de cambio de fase.

Se podrá además prever una purga 18 en la parte alta de la bombona 16 a fin de extraer los gases incondensables. Esto permite evitar que los incondensables se acumulen poco a poco durante el funcionamiento de la instalación, lo que afectaría a la larga al rendimiento de ésta. El serpentín frigorífico 17 funcionará típicamente a una temperatura de 15K para garantizar una condensación más alta del fluido frigorígeno de cambio de fase y obtener la separación deseada. Se asegura entonces que los incondensables acumulados al nivel de la sección de refrigeración estén bien separados del fluido frigorígeno de trabajo, y que cualquier fluido a bombear hasta las boquillas de pulverización 7 esté completamente en estado líquido.

La válvula de seguridad 20 permite por lo que a ella se refiere la parada de la circulación del medio frigorígeno en caso de urgencia, como la infiltración masiva de aire, o una disfunción de uno de los elementos de circuito, un paro de desplazamiento de la banda, etcétera. El fluido frigorígeno líquido es bombeado por la bomba de recirculación 22 para ser enviado directamente a las boquillas de pulverización 7 a fin de volver a empezar el ciclo.

Así como se ha dicho antes en este documento, el caudal de la bomba de recirculación 22 está regulado por un autómata (el conjunto 30) que utiliza como datos de entrada las temperaturas de la banda en la entrada y en la salida del recinto de refrigeración, así como la velocidad de circulación de la banda. Estos datos permiten controlar eficazmente el sistema, ya que la cantidad de calor que debe ser extraído de la banda es naturalmente función de la velocidad de desplazamiento de ésta y de la consigna de la temperatura de salida de la banda, y también de la diferencia de temperatura entre la entrada y la salida del recinto de refrigeración. Esta cantidad de calor condiciona así el caudal de la bomba y por lo tanto la cantidad de fluido frigorígeno pulverizado sobre la banda.

Las esclusas de estanqueidad 8, 9 que equipan el cajón de refrigeración 5 son particularmente importantes cuando se utiliza pentano, como aquello que ha sido indicado antes en este documento, no solamente por las cuestiones de economía (esto sería cierto con cualquier tipo de fluido de refrigeración), sino sobre todo por razones de seguridad. En efecto, el pentano, como otros fluidos análogos contemplables, es inflamable a alta temperatura (309 °C para el pentano), y por lo tanto no deben ser mezclados con el oxígeno del aire. La composición en pentano en el interior del cajón por lo tanto se medirá permanentemente y se controlará para que siempre esté ampliamente por debajo del límite superior de inflamabilidad en el aire. A este respecto, será interesante mantener el cajón de refrigeración en ligera sobre presión. Se podrá además prever una sonda complementaria para supervisar el porcentaje de oxígeno en la atmósfera del cajón de refrigeración.

Por otro lado, para optimizar el consumo de energía del supresor 10, el trabajo de este último se regula por la temperatura del fluido frigorígeno en el interior del intercambiador que constituye el condensador 13. A una presión superior a la presión atmosférica, la temperatura de saturación del gas aumenta. Para el pentano, por ejemplo, a una presión de 1,15 bar, la temperatura de saturación aumenta hasta 40 °C. Según la temperatura del fluido frigorígeno en el interior del intercambiador, el fluido de refrigeración va a ser comprimido de modo que esta diferencia de temperaturas entre el pentano y el agua o el aire de refrigeración, a la salida del intercambiador, sea adecuada y que el fluido frigorígeno de cambio de fase puede ser completamente condensado a la salida. La temperatura del agua o del aire de refrigeración debe estar típicamente controlada de 3 a 5 K por debajo de la temperatura normal de ebullición del fluido frigorígeno, que en el caso del pentano desde 35 °C, lo que comporta que el pentano, después de la evaporación, puede ser transferido al condensador 13 por un simple supresor 10, con un consumo energético del sistema mínimo comparativamente a un compresor.

Se ha conseguido así poner en práctica una refrigeración particularmente eficaz, con una transferencia de energía rápida que depende muy poco de las velocidades de soplado, evitando riesgos de oxidación que induzcan la necesidad de un decapado posterior.

La puesta en práctica de un proceso endotérmico de este tipo con un cambio de fase dentro del ámbito de la refrigeración de una banda metálica en circulación representa así un progreso notable con relación a las técnicas tradicionales de refrigeración que utilizan una mezcla gaseosa tal como una mezcla de nitrógeno y de oxígeno, o

sobre todo como una niebla de agua/aire o de agua/nitrógeno, caso en el cual no se puede evitar una oxidación de la banda y por este hecho la necesidad de prever un tratamiento posterior de decapado.

5 Además, gracias a la elección acertada del cuerpo de cambio de fase, sobre todo si se trata de un fluido frigorígeno cuya temperatura normal de ebullición es ligeramente superior a la temperatura del medio ambiente, se llega a optimizar el consumo de energía del sistema global.

10 La invención no está limitada al modo de realización que ha sido descrito, sino que engloba por el contrario cualquier variante que recupere, con medios equivalentes, las características esenciales anunciadas antes en este documento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de refrigeración de una banda metálica que circula en el interior de una sección de refrigeración de una línea de tratamiento térmico en continuo, que consiste en proyectar en el interior de la sección de refrigeración (4), sobre la superficie de la banda (1) que se va a enfriar, un medio frigorígeno capaz de enfriar la banda (1) sin oxidar dicha banda, caracterizado por que el medio frigorígeno está principalmente compuesto por un cuerpo de cambio de fase cuyo paso a fase gaseosa se efectúa a una temperatura que es a la vez inferior a la temperatura de la banda que se va a enfriar (1) y próxima a la temperatura del medio ambiente exterior, de modo que el intercambio de energía se realiza dentro el ámbito de un proceso endotérmico con un cambio de fase de dicho cuerpo de cambio de fase y que a continuación dicho medio frigorígeno puede ser condensado de nuevo a una presión próxima a la presión atmosférica, el cuerpo de cambio de fase comprendiendo por lo menos un hidrocarburo entre pentano, hexano o heptano.
- 10
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1 en el cual el medio frigorígeno es un fluido, en particular bajo la forma de finas gotitas, que presenta una temperatura normal de ebullición que es superior a la temperatura del medio ambiente exterior, el proceso endotérmico efectuándose con una evaporación de dicho medio frigorígeno al nivel de la superficie de la banda que se va a enfriar (1).
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 2 caracterizado por que el fluido frigorígeno evaporado se recupera aguas abajo de la sección de refrigeración (4) para ser circulado de nuevo, habiendo soportado un proceso de condensación y de separación después del cual se aísla una fracción de incondensables, dicha fracción estando controlada para ajustar la temperatura de condensación del sólido o del fluido frigorígeno de cara a minimizar el consumo de energía.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 2 caracterizado por que el fluido frigorígeno comprende por lo menos el 80% en volumen por volumen de fluido de cambio de fase.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 4 caracterizado por que el fluido de cambio de fase es pentano.
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 5 caracterizado por que el fluido frigorígeno es pentano en estado puro.
- 40 7. Procedimiento según la reivindicación 5 caracterizado por que el fluido frigorígeno es una mezcla de pentano/hexano en un porcentaje molar de 80/20.
- 45 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 caracterizado por que la atmósfera que reina en el interior de la sección de refrigeración (4) está aislada del medio ambiente exterior, en particular al nivel de la entrada y de la salida de la banda (1) que se va a enfriar, de modo que permite un control permanente del medio frigorígeno en el momento del proceso endotérmico.
- 50 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado por que el caudal de masa de medio frigorígeno proyectado sobre la superficie de la banda (1) está controlado para que permanezca inferior a un límite previamente determinado haciendo que la totalidad del medio frigorígeno se vea afectado por el cambio de fase.
- 55 10. Instalación (100) destinada a la puesta en práctica de un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 caracterizada por que comprende:
- una sección de refrigeración (4) que comprende un cajón de refrigeración (5) atravesado de modo estanco por la banda que se va a enfriar (1), dicho cajón estando equipado interiormente con boquillas (7) instaladas para proyectar sobre las dos caras de dicha banda un medio frigorígeno principalmente compuesto por un cuerpo de cambio de fase cuyo paso a fase gaseosa se efectúa a una temperatura que es a la vez inferior a la temperatura de la banda (1) que se va a enfriar y próxima a la temperatura del medio ambiente exterior;
 - un condensador (13) conectado aguas abajo del cajón de refrigeración (5) por intermediación de un supresor (10), que permite volver a condensar el medio frigorígeno a una presión próxima a la presión atmosférica;
 - una bombona que forma un depósito/separador (16) conectado aguas abajo del condensador (13); y
 - una bomba de recirculación (22) conectada aguas abajo de la bombona depósito/separador (16) por intermediación de una válvula de seguridad (20) y conectada aguas arriba del cajón de refrigeración (5).
- 60 11. Instalación según la reivindicación 10 caracterizada por que las boquillas (7) del cajón de refrigeración (5) están instaladas con una segmentación, de modo que se puede seguir una pendiente de refrigeración previamente determinada en función de la velocidad de desplazamiento de la banda.

- 5 12. Instalación según la reivindicación 10 o la reivindicación 11 caracterizada por que el cajón de refrigeración (5) comprende una sección aguas arriba (5.1) exenta de boquillas (7) y una sección aguas abajo (5.2) equipada con boquillas (7), con referencia al sentido de circulación (50) de la banda (1), dicha sección aguas arriba (5.1) estando equipada con un captador (34) de medición de la temperatura de la banda (1) que entra en el interior de dicho cajón.
- 10 13. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12 caracterizada por que el cajón de refrigeración (5) está equipado, al nivel de la entrada y de la salida de la banda (1), con esclusas de paso estancas (8, 9).
- 10 14. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 caracterizada por que comprende captadores (32, 33) de medición de la temperatura de la banda (1) aguas arriba de la entrada y aguas abajo de la salida del cajón de refrigeración (5), dichos captadores sirviendo para regular el caudal de la bomba de recirculación (22) en función de la velocidad de desplazamiento de dicha banda, velocidad de desplazamiento la cual es medida por un captador asociado (31) exterior ha dicho cajón de refrigeración.
- 15 15. Instalación según la reivindicación 10 caracterizada por que la bombona depósito/separador (16) está equipada interiormente con un serpentín frigorífico (17) que funciona a una temperatura que es inferior a la temperatura de condensación del medio frigorígeno utilizado, a fin de completar en el interior de dicha bombona los procesos de condensación y de separación de la fase líquida del medio frigorígeno y de los gases incondensables.
- 20 16. Instalación según la reivindicación 15 caracterizada por que la bombona depósito/separador (16) está equipada con una purga (18) que permite extraer los gases incondensables.

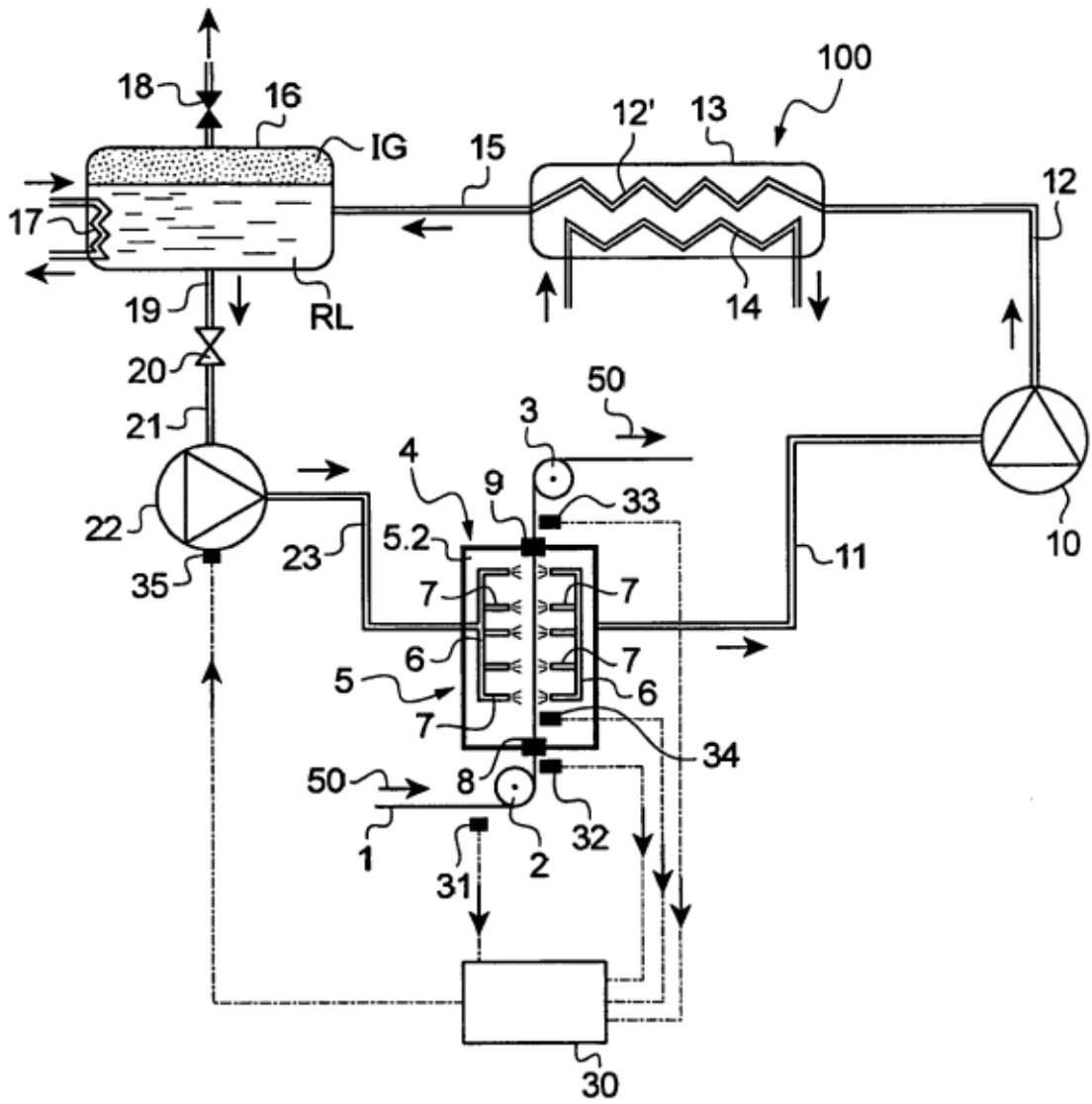


Figura única