(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 327 452**

(51) Int. Cl.:

B29C 65/00 (2006.01)
B29C 65/50 (2006.01)
F17C 13/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA TRAS OPOSICIÓN T5

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2006 PCT/FR2006/051187**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2007 WO07057614**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2006 E 06831349 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **29.01.2020 EP 1968779**

(54) Título: **Procedimiento de encolado de una banda de tela flexible sobre un sustrato**

(30) Prioridad:

18.11.2005 FR 0511721

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente modificada:
08.10.2020

(73) Titular/es:

GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)
1 Route de Versailles
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, FR

(72) Inventor/es:

MERCIER, PASCALE;
LANVIN, PASCAL y
LENHARDT, EDOUARD

(74) Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 327 452 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de encolado de una banda de tela flexible sobre un sustrato

La presente invención hace referencia a un procedimiento de encolado de una banda de tela flexible sobre al menos un sustrato flexible o rígido, comprendiendo dicha tela y dicho sustrato al menos una fina lámina metálica, por ejemplo de aluminio, encolada en sándwich entre dos tejidos de fibra de vidrio, pudiendo garantizar un aglutinante la cohesión entre los tejidos de fibra de vidrio y el aluminio.

Dicho procedimiento de encolado está destinado más concretamente a ser aplicado en los casos en que dichas bandas y sustratos se encuentran sometidos a tensiones importantes, en especial tensiones térmicas y/o esfuerzos de tracción.

Un ejemplo concreto de caso en el que tales bandas y sustratos se encuentran sometidos a este tipo de tracción es durante su utilización para realizar la pared aislante y estanca de un tanque, integrado en una estructura portante, por ejemplo, el casco de un barco.

Estos tanques son, por ejemplo, los que se utilizan en los barcos que transportan gas licuado. Deben estar totalmente estancos y suficientemente aislados para contener el gas licuado a baja temperatura limitando así su evaporación.

Estas paredes están constituidas por dos membranas de estanqueidad sucesivas, una primaria en contacto con el producto contenido en el tanque, y otra secundaria dispuesta entre la membrana primaria y la estructura portante, encontrándose estas dos membranas de forma alterna con dos barreras térmicamente aislantes.

Se conocen así las paredes de tanque constituidas por un aislamiento primario de espuma asociado a una membrana primaria de acero inoxidable, y por un aislamiento secundario de espuma asociado a una membrana secundaria flexible o rígida. Esta membrana secundaria contiene al menos una fina lámina metálica continua, por ejemplo de aluminio, encolada en sándwich entre dos tejidos de fibra de vidrio, pudiendo garantizar un aglutinante la cohesión entre los tejidos de vidrio y el aluminio.

El aislamiento secundario se encuentra dispuesto junto al casco del barco.

Existen igualmente paredes que comprenden un aislamiento primario de espuma asociado a una membrana fabricada en un material conocido con el nombre comercial de “INVAR”, y un aislamiento secundario de espuma, asociado a una membrana secundaria flexible o rígida que contiene al menos una fina lámina metálica continua, por ejemplo de aluminio, encolada en sándwich entre dos tejidos de fibra de vidrio, pudiendo garantizar un aglutinante la cohesión entre los tejidos de vidrio y el aluminio. El “INVAR” es un acero con un 36% de níquel estable térmicamente entre menos 200°C y más de 400°C.

Las paredes aislantes y estancas de dichos tanques se realizan a partir de un conjunto de paneles prefabricados que contiene sucesivamente, entre dos placas rígidas, el aislamiento térmico secundario, la membrana de estanqueidad secundaria y el aislamiento térmico primario. A continuación, la membrana de estanqueidad primaria se monta sobre el conjunto de paneles prefabricados que recubren la estructura portante del barco.

Normalmente, cada panel prefabricado tiene la forma general de un paralelepípedo rectángulo, poseyendo el elemento de aislamiento primario y el elemento de aislamiento secundario respectivamente, vistos en planta, la forma de un primer rectángulo y de un segundo rectángulo cuyos lados son sensiblemente paralelos, siendo las longitudes y/o la anchura del primer rectángulo inferior a las del segundo rectángulo con el fin de formar un reborde periférico.

La continuidad de la barrera aislante secundaria se realiza mediante la inserción de un material térmicamente aislante entre los dos paneles adyacentes.

Los rebordes periféricos de paneles prefabricados adyacentes y las paredes laterales de los elementos de aislamiento primario definen las ranuras, que pueden extenderse por toda la longitud, anchura o altura del tanque.

Se procede al llenado de las ranuras con el fin de garantizar la continuidad de la estanqueidad formada por los paneles, con anterioridad al montaje de la membrana primaria. La continuidad de la barrera aislante primaria se realiza mediante la inserción de tacos en las ranuras. Sin embargo, con el fin de garantizar la continuidad de la estanqueidad de la membrana secundaria, a nivel de la unión entre dos paneles, dichos rebordes periféricos se recubren, con anterioridad a la colocación de dichos tacos, por una banda de tela flexible, que contiene al menos una fina lámina metálica continua.

El montaje de estos paneles requiere unos modos de operación muy estrictos y una gran precisión de montaje con el fin de garantizar el aislamiento térmico y la estanqueidad del tanque.

El encolado de la banda de tela flexible y la estanqueidad de este modo realizada entre dos paneles adyacentes deben ser especialmente precisos con el fin de responder a las diferentes tensiones mecánicas y de resistencia a largo plazo, sufridas directamente por el ensamblaje de los paneles entre ellos.

En efecto, los tanques de estos barcos se encuentran sometidos a numerosas tensiones:

- la exposición del tanque a temperaturas muy bajas con anterioridad a su llenado, por ejemplo del orden de -160°C para el metano, incluso cercanas a los -170°C, lo cual provoca deformaciones a nivel de la pared del tanque por contracción térmica de los materiales,
- el barco en navegación está expuesto a numerosas tensiones tales como el oleaje, provocando deformaciones de su casco y, por tanto, de las paredes del tanque por repercusión, y
- los movimientos de la carga, que crean tensiones de supresión o contrapresión sobre las paredes del tanque.

De este modo, las zonas de unión entre paneles adyacentes son zonas sometidas a diversas tensiones de tracción y deben, por tanto, presentar una buena resistencia mecánica a largo plazo con el fin de no romper la continuidad de la barrera de estanqueidad secundaria.

Gracias al estado de la técnica, tenemos conocimiento de un procedimiento de realización de la estanqueidad secundaria a nivel de los rebordes periféricos de paneles prefabricados, el cual consiste en:

- proceder a la eliminación del polvo en la zona de encolado,
- aplicar cola epoxídica o de poliuretano en los rebordes de los paneles, bien mediante una espátula tras haber extraído un volumen de dicha cola pesada con anterioridad en función de la superficie que se ha de encolar, o bien con un dispositivo de colocación de cola, como el descrito en la solicitud de patente francesa con número FR 2004 0051648,
- alisar la película de cola,
- desenrollar una banda flexible continua, disponible en forma de bobinas, sobre los rebordes recubiertos de cola,
- adherir dicha banda flexible de modo que se eliminen todas las burbujas residuales,
- desenrollar una película de protección, por ejemplo de polyane, por encima de la banda flexible ya colocada con el fin de paliar el problema de excedente de cola de la banda flexible, y finalmente,
- aplicar presión a las bandas encoladas durante el periodo de polimerización de la cola, dependiendo dicho periodo de la temperatura ambiente.

La banda de tela flexible recubierta de la película de protección se mantiene bajo una presión de entre 0,1 y 0,2 bares, según el tipo de resina, y durante un período que depende de la temperatura ambiente a la cual se lleve a cabo el encolado.

La tabla 1 que figura a continuación reproduce estos parámetros para una cola epoxídica, bicomponente (esto es, resina y endurecedor).

Tabla 1

Temperatura ambiente de trabajo	15° C	20° C	25° C	30° C	35° C	40° C
Periodo de aplicación de presión (horas)	12	6	4	3	3	2,25

La tabla 1 muestra los períodos de aplicación de presión de bandas encoladas en función de las temperaturas de trabajo, dependiendo estos períodos de aplicación de presión de los tiempos de polimerización referenciados para una cola epoxi bicomponente de resina y endurecedor, según una relación endurecedor/resina del orden de 0,55 en masa.

Parece ser que según las temperaturas de trabajo, los tiempos de polimerización pueden ser muy variables.

En la aplicación industrial de un procedimiento de encolado, este debe poder ser reproductible. Ahora bien, las enormes variaciones que existen en los periodos de encolado, en función de la temperatura ambiente, lo hacen imposible si el procedimiento se utiliza en condiciones en que las temperaturas varían considerablemente. Este es en especial el caso cuando un procedimiento de encolado de tales características se efectúa en el exterior o en el interior de un local que no ha sido calentado, es decir, que se encuentra sometido a las variaciones meteorológicas.

En el caso particular de la construcción de un barco de transporte de gas licuado parece ser, por tanto, que estos tiempos de aplicación de presión y, en consecuencia, de polimerización de la cola varían de manera significativa según el avance en el tiempo de la construcción de los diferentes tanques, es decir, con el transcurso de las estaciones.

Una variante del procedimiento anteriormente citado se encuentra descrito en la solicitud de patente con número FR 2004 005179, que consiste en preencolar las bandas flexibles antes de su colocación sobre la zona de encolado.

Un procedimiento de estas características se suele emplear en la actualidad en el sector industrial de la construcción naval para la construcción de barcos de transporte de gas licuado de tipo metaneros.

Esta técnica tiene el inconveniente de no ofrecer un encolado cuyas rupturas son mayoritariamente cohesivas. En efecto, las pruebas realizadas a -170°C muestran una cantidad no aceptable de ruptura adhesiva, a pesar de que los criterios de tensiones de ruptura en cizallamiento y en tracción perpendicular sean satisfechos.

En el desarrollo de la descripción, la expresión “ruptura adhesiva” designa una ruptura del encolado que se produce en el interfaz entre la capa de cola y la banda o el sustrato, mientras que la expresión “ruptura cohesiva” designa una ruptura del encolado que se produce en el espesor de la capa de cola.

Por último, gracias a la patente francesa FR 2 822 815 tenemos conocimiento de un dispositivo y un procedimiento para la realización de la estanqueidad secundaria a nivel de los rebordes periféricos de paneles prefabricados. Esta patente divulga o bien el calentamiento en primer lugar de una banda provista de una cola termofusible para reblandecer dicha cola y, a continuación, la presión de la banda previamente calentada para encolarla, o bien la presión en primer lugar de la banda provista de una cola polimerizable y el posterior calentamiento de la banda encolada con el fin de acelerar la polimerización de la cola.

En la segunda variante, este dispositivo comprende, entre otros, unos medios de desenrollado de una banda de tela flexible en el conducto existente entre dos paneles prefabricados, unas placas de calentamiento dispuestas para ser aplicadas en la banda flexible para iniciar la reticulación de la cola, y placas de enfriamiento dispuestas para aumentar la viscosidad de la cola. Este dispositivo tiene el inconveniente de ser complejo y no solucionar los inconvenientes citados con anterioridad. Además, un dispositivo de tales características no mantiene la banda presionada durante el calentamiento.

La invención pretende solucionar los inconvenientes citados en la técnica anterior.

En especial, tiene como objetivo proponer un procedimiento de encolado de una banda de tela flexible sobre al menos un sustrato flexible o rígido, comprendiendo dicha tela y dicho sustrato al menos una fina lámina metálica continua, encolada en sándwich entre dos tejidos de fibra de vidrio, respondiendo dicho procedimiento a los objetivos de resistencia al frío, de ruptura cohesiva y reproductibilidad y de durabilidad del encolado.

Más concretamente, la invención tiene como objetivo proponer un procedimiento de encolado de tales características que permita una resistencia mecánica al frío entre -160°C y -170°C de al menos 3,5 MPa en cizallamiento, una resistencia a la tracción perpendicular en frío (-170°C) superior a 3 MPa y una ruptura cohesiva.

A estos efectos, la invención tiene como finalidad un procedimiento de las características antes citadas que comprende las fases sucesivas de:

- eliminación del polvo en la zona de encolado,
- colocación uniforme de una película de cola polimerizable en al menos una de las dos superficies que se ha de encolar de la tela flexible y del sustrato,
- alisado de dicha película de cola,
- colocación de la banda de tela flexible sobre el sustrato,
- adhesión de dicha tela flexible de modo que se eliminen todas las burbujas residuales,
- colocación sobre dicha tela flexible de una película de protección por los excedentes de cola sobre la periferia de dicha tela flexible, siendo dicha película de protección de dimensiones superiores a las de la tela flexible.

De acuerdo con la invención, este proceso comprende finalmente una fase de aplicación de presión de dicha banda de tela flexible en el sustrato, por medio de una prensa, y de calentamiento simultáneo de dicha banda durante al menos una parte del periodo de aplicación de presión.

Gracias a estas características de la invención y, en especial, a la asociación de la aplicación de presión y calentamiento, se obtiene una excelente calidad de encolado, una cohesión más elevada y la ruptura cohesiva prevista y sistemática.

De acuerdo con la invención, la presión aplicada es de entre 50 y 200 mbares, la temperatura de calentamiento de la banda encolada es de entre 50 y 70°C y el periodo de calentamiento es de entre 1 y 7 horas.

Preferentemente, la presión aplicada es del orden de 100 mbares, la temperatura de calentamiento de la banda encolada es del orden de 60°C y el periodo de calentamiento es de entre 3 y 4 horas.

Estos parámetros de calentamiento combinados con la aplicación de presión de la banda encolada permiten optimizar al máximo la adhesión por la obtención de una resistencia mecánica en frío a -170°C superior a 10 MPa en cizallamiento, y una resistencia a la tracción perpendicular en frío con creces superior a 3 MPa, y garantizan una reproductibilidad y una durabilidad del pegado con la obtención de una ruptura cohesiva sistemática.

De forma ventajosa, con posterioridad a la fase de eliminación del polvo y antes de la fase de aplicación de cola, se procede a la colocación de cintas adhesivas de protección en el sustrato, alrededor de la futura zona de encolado de la banda de tela flexible con el fin de proteger a este último de cualquier excedente de cola.

Preferentemente, se realiza un tratamiento con plasma de la zona de encolado con anterioridad a la fase de aplicación de cola y después de la colocación de las cintas adhesivas de protección cuando éstas son utilizadas.

El tratamiento con plasma permite efectuar una mejor preparación de la superficie, sobre todo en el sector industrial en el que los riesgos de contaminación de las zonas que se han de encolar son elevados, evitando el uso de

disolventes costosos y peligrosos. Permite asimismo activar la superficie con el fin de aumentar su humectabilidad favoreciendo así una mejor adherencia del adhesivo sobre la superficie.

Según otras características ventajosas de la invención, consideradas individual o conjuntamente:

- la fase de aplicación de cola se realiza en un plazo máximo de 3 horas desde el inicio del tratamiento con plasma, o preferentemente en un plazo máximo de 90 minutos desde el inicio del tratamiento con plasma;
- el procedimiento se realiza en una temperatura ambiente controlada, que ronda los 20 y 25°C;
- el procedimiento se realiza en una atmósfera controlada con una tasa de humedad relativa máxima de 60%;
- el procedimiento se realiza manteniendo la temperatura de la cola en el momento de su aplicación entre 25 y 30°C;
- cuando el encolado se efectúa mediante una cola epoxídica bicomponente, la fase de aplicación de presión y de calentamiento de la banda de tela flexible se realiza como máximo 45 minutos después de la aplicación de dicha cola;
- cuando el encolado se efectúa mediante una cola de poliuretano, la fase de aplicación de presión y de calentamiento de la banda de tela flexible se realiza como máximo 15 minutos después de la aplicación de dicha cola;
- el calentamiento de la banda de tela flexible encolada se detiene al menos 30 minutos antes de finalizar el tiempo de aplicación de presión.
- cuando la banda de tela flexible se aplica a caballo sobre dos sustratos adyacentes, se procede a aplicar una presión suplementaria continua sobre la zona de dicha banda situada por encima de la línea de unión entre los dos sustratos, de modo que se produzca en esta zona una deformación de la banda que penetre en la zona de unión y absorba así los pliegues que aparecen sobre la longitud de dicha banda de tela flexible.

Efectivamente, a la hora de calentar una banda de gran longitud, por ejemplo, superior a 2 m., aparecen, mediante este procedimiento, pliegues a lo largo de la banda flexible, lo cual no favorece la consecución de los objetivos de encolado. Por ello, colocando estas bandas flexibles de gran longitud a caballo sobre dos sustratos adyacentes y aplicando una presión continua a nivel de la unión, se crea una onda que entra en esta zona de unión y que absorbe así los pliegues que se crean. Al no estar la cola aún totalmente polimerizada, la banda se puede volver a tensar fácilmente.

La asociación de todos estos parámetros permite preferentemente optimizar y controlar mejor el encolado de las bandas de tela flexible, comprendiendo al menos una fina lámina metálica continua encolada en sándwich entre dos tejidos de vidrio, sobre un sustrato flexible o rígido que comprende al menos una fina lámina metálica continua encolada en sándwich entre dos tejidos de vidrio.

Según una realización ventajosa de la invención, el procedimiento anteriormente descrito se aplica a la realización de una pared de un tanque calorífugo de confinamiento de un fluido, como un gas licuado, integrado en la estructura portante de un barco, estando formada dicha pared mediante el ensamblaje de una pluralidad de paneles prefabricados, comprendiendo cada uno de ellos una membrana de estanqueidad insertada entre dos barreras térmicamente aislantes. De acuerdo con la invención, dicha banda de tela flexible garantiza la continuidad de la estanqueidad de dicha membrana de estanqueidad, a nivel de la unión entre dos paneles prefabricados.

La lectura de la descripción que aparece seguidamente ayudará a comprender la invención. Dicha descripción, aportada únicamente a título de ejemplo, hace referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 muestra las diferentes fases de un procedimiento según la invención,
- la figura 2 muestra las curvas comparativas de pruebas de ruptura en cizallamiento de encolados, obtenidos según la técnica anterior y según la invención, respectivamente,
- las figuras 3 y 4 representan una probeta de ensayo empleada en los experimentos representados en la figura 2, vista de lado y desde arriba, respectivamente.

La figura 1 representa las diferentes fases en el tiempo de un procedimiento según la invención. De acuerdo con esta realización, todos los parámetros se optimizan para conseguir un encolado que presente una resistencia mecánica óptima y cuyas rupturas sean sistemáticamente cohesivas.

En un primer momento, se procede a acondicionar la zona de trabajo, si no se ha hecho previamente, a una temperatura comprendida entre 20 y 25°C y a una higrometría inferior a 60%, y preferentemente del orden de 50%. Estos parámetros de temperatura e higrometría serán controlados durante todo el proceso de encolado de las bandas de tela flexible.

A continuación se procede a describir, haciendo referencia a la figura 1, un modo particular de realización del procedimiento según la invención.

Este comienza por la fase A de eliminación del polvo, por ejemplo mediante aspiración, de tal modo que la zona de encolado quede totalmente limpia, sin la presencia de elementos potencialmente contaminantes para el encolado.

Una vez finalizada la fase de eliminación del polvo, se colocan cintas adhesivas de protección en los bordes de la zona de encolado.

A continuación, comienza la fase B, haciendo referencia al tiempo H1, de tratamiento con plasma con el fin de garantizar tanto la limpieza de la superficie como la preparación de la zona de encolado activando su superficie. Esta fase B se realiza una vez colocadas las cintas adhesivas de protección con el fin de evitar cualquier intervención sobre dicha zona con anterioridad a la aplicación de la cola.

En un periodo H1-H2 máximo de 3 horas y preferentemente de 90 minutos máximo, se inicia la fase C de aplicación de cola, estando determinado este periodo H1-H2 por el tiempo en que el tratamiento con plasma de la superficie ejerce su efecto.

Preferentemente, se aplica la cola con la ayuda de un dispositivo de depósito de cordones de cola, tal y como se describe en la solicitud de patente francés n° FR 2004 0051648, y a continuación se efectúa un alisado de dichos cordones de cola depositados. Durante esta fase, se podrá efectuar un control de temperatura al extraer el dispositivo de depósito con el fin de comprobar una temperatura de cola que ronda los 25 y 30°C y, en el caso de una cola bicomponente, el experto en la materia realiza controles regulares en cuanto a la relación endurecedor/resina por cualquier medio conocido como, por ejemplo, mediante colorimetría.

Después de esta fase C, se inicia rápidamente la fase D de colocación de la banda de tela flexible, de adhesión y de colocación de una película de protección. Esta fase D finaliza directamente con la fase F de aplicación de presión de la banda encolada. Entre H2 de inicio de la fase C y H4 de inicio de la fase F, se respeta un período H2-H4 máximo de 45 minutos en el caso de una cola epoxídica bicomponente, y de 15 minutos en el caso de una cola de poliuretano.

Con H4 comienza simultáneamente la fase F y la fase E. Estas dos fases E y F se realizan con una herramienta común de aplicación de presión de calentamiento, siendo el calentamiento independiente de la aplicación de presión. De este modo, se puede realizar un calentamiento entre H4-H5 durante un periodo del orden de 3 horas y 30 minutos y continuar aplicando presión entre H5-H6 durante un periodo mínimo de 30 minutos. Esto permite que la cola se enfríe antes de la fase G de extracción de la herramienta de aplicación de presión, obteniendo así una viscosidad suficiente para retirar el dispositivo sin consecuencia alguna para el encolado de la banda.

Esta fase E se realiza con una temperatura de calentamiento de las bandas encoladas del orden de 60°C, y la fase F con una presión del orden de 0,1 bares.

Este procedimiento descrito no posee un carácter limitativo. Según el caso, es posible suprimir la fase de tratamiento con plasma. Además, son igualmente válidos los mismos parámetros, fases y periodos entre las distintas fases para el caso de bandas de tela flexible preencoladas, dispuestas directamente sobre la zona de encolado.

En el caso de bandas de tela flexible encoladas a caballo sobre dos sustratos flexibles o rígidos adyacentes, se introduce una fase adicional y que no aparece representada en la figura 2, entre la fase D y las fases simultáneas E y F. De este modo, mediante un dispositivo colocado a nivel de la unión entre los dos sustratos pudiendo insertarse en dicha unión, y colocado por encima de la banda flexible y bajo el dispositivo de aplicación de presión, se aplica una presión continua y suficiente sobre la banda de tela flexible con el fin de producir una deformación en dicha banda a nivel de la zona de unión, cuya función es absorber los pliegues que aparecen sobre la longitud de la banda flexible en el momento de su calentamiento. Esta disposición resulta especialmente necesaria para bandas de gran longitud como, por ejemplo, las superiores a 2 m.

La figura 2 representa los resultados de las pruebas de cizallamiento efectuadas con la ayuda de las probetas de aluminio representadas en las figuras 3 y 4.

Las dimensiones de las probetas utilizadas son h1 = 40 mm, h2 = 20 mm, L1 = 85 mm, L2 = 50 y l = 50 mm.

Una muestra de banda de tela flexible comprendiendo una fina lámina de aluminio del orden de 70 micrones de espesor, encolada en sándwich entre dos tejidos de fibra de vidrio con un aglutinante para elastómeros, por ejemplo a base de policloropreno, garantizando la cohesión entre los tejidos de vidrio y el aluminio, se encola sobre la parte cuadrada de 50 mm por 50 mm de la primera probeta mediante una cola de poliuretano.

De forma similar, una muestra de sustrato rígido comprendiendo una fina lámina de aluminio del orden de 70 micrones de espesor, encolada en sándwich entre dos tejidos de vidrio con un aglutinante, por ejemplo a base de poliamida o poliester, garantizando la cohesión entre los tejidos de vidrio y el aluminio, se encola sobre la parte cuadrada de 50 mm por 50 mm de la segunda probeta mediante una cola de poliuretano.

Por último, una capa de cola epoxi de dos componentes (resina y endurecedor) con una relación endurecedor/resina de 0,55 en masa, se aplica entre la tela flexible y el sustrato rígido.

Las pruebas fueron realizadas a -170°C.

Fueron efectuadas de forma comparativa utilizando los procedimientos de encolado según la técnica anterior (sin calentamiento) y según la invención.

Las curvas representan la probabilidad de ruptura en función de la tensión en cizallamiento aplicada.

La curva punteada representa los resultados de una probeta realizada según el procedimiento de la técnica anterior, y la curva continua representa los resultados de una probeta realizada según el procedimiento de la invención.

En lo que respecta a la curva punteada, el 100% de las rupturas eran adhesivas mientras que en lo que respecta a la curva continua, el 100% de las rupturas eran cohesivas. Además, parece evidente que la resistencia en cizallamiento es más elevada con el procedimiento según la invención: pasando de 7,5 MPa a 15 MPa (-170°C).

De este modo, con el procedimiento según la invención el encolado obtenido presenta una mejor resistencia en cizallamiento a -170°C así como rupturas cohesivas.

El procedimiento según la invención permite así obtener mejores resultados con respecto a los procedimientos que consisten en aplicar en primer lugar la presión, y a continuación el calentamiento. Si bien este tipo de procedimiento permite acelerar la polimerización de la cola, no mejora la resistencia de la cola ni las propiedades del encolado.

En concreto, la invención permite controlar con precisión la temperatura durante la aplicación de la presión, lo que evita cualquier riesgo vinculado a las variaciones de temperatura, susceptibles de producirse *in situ* durante las fases de encolado (especialmente en invierno). La homogeneidad del encolado queda así mejorada en gran medida.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de encolado de una banda de tela flexible sobre al menos un sustrato rígido, que constituye una membrana de estanqueidad de una pared de una cuba calorífuga de confinamiento de un gas licuado, integrada en la estructura portadora de un barco, comprendiendo dicha tela y dicho sustrato al menos una fina lámina metálica continua encolada en sándwich entre dos tejidos de fibra de vidrio, estando dicha pared de cuba calorífuga formada por ensamblaje de una pluralidad de paneles prefabricados de los cuales cada uno comprende una membrana de estanqueidad insertada entre dos barreras térmicamente aislantes, asegurando dicha banda de tela flexible la continuidad de la estanqueidad de dicha membrana de estanqueidad, al nivel de la unión entre dos paneles prefabricados; comprendiendo el procedimiento las etapas sucesivas de:

- eliminación del polvo en la zona de encolado,
- aplicación uniforme de una película de cola polimerizable sobre al menos una de las dos superficies que se ha de encolar de la tela flexible y del sustrato,
- alisado de dicha película de cola,
- colocación de la banda de tela flexible sobre el sustrato,
- adhesión de dicha banda flexible de modo que se eliminen todas las burbujas residuales,
- aplicación sobre dicha tela flexible de una película de protección sobre la periferia de dicha tela flexible por los excedentes de cola, siendo dicha película de protección de dimensiones superiores a las de la tela flexible, comprendiendo el procedimiento posteriormente:
- una fase de aplicación de presión de dicha banda de tela flexible en el sustrato, por medio de una prensa, y de calentamiento simultáneo de dicha banda durante al menos una parte del tiempo de aplicación de presión.

estando el procedimiento, además, **caracterizado porque** la presión aplicada es de entre 50 y 200 mbares, porque la temperatura de calentamiento de la banda encolada es de entre 50 y 70°C y porque el periodo de calentamiento es de entre 1 y 7 horas.

2. Procedimiento de encolado según la reivindicación 21, **caracterizado porque** la presión aplicada es del orden de 100 mbares, porque la temperatura de calentamiento de la banda encolada es del orden de 60°C y porque el periodo de calentamiento es de entre 3 y 4 horas.

3. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque**, con posterioridad a la fase de eliminación del polvo y antes de la fase de aplicación de cola, se procede a la colocación de cintas adhesivas de protección en el sustrato, alrededor de la futura zona de encolado de la banda de tela flexible con el fin de proteger a este último de cualquier excedente de cola.

4. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se realiza un tratamiento con plasma de la zona de encolado con anterioridad a la fase de aplicación de cola y después de la colocación de las cintas adhesivas de protección cuando éstas son utilizadas.

5. Procedimiento de encolado según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la fase de aplicación de la cola se realiza en un plazo máximo de 3 horas después del inicio del tratamiento de plasma.

6. Procedimiento de encolado según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la fase de aplicación de la cola se realiza en un plazo máximo de 90 minutos desde el inicio del tratamiento con plasma.

7. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se realiza a una temperatura ambiente controlada comprendida entre 20 y 25ºC.

8. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se realiza en una atmósfera controlada con una tasa de humedad relativa máxima de 60 %.

9. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** se realiza manteniendo la temperatura de la cola en el momento de su aplicación entre 25 y 30°C.

10. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque, cuando el encolado se efectúa mediante una cola epoxídica bicomponente, la fase de aplicación de presión y de calentamiento de la banda de tela flexible se realiza como máximo 45 minutos después de la aplicación de dicha cola.

11. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque**, cuando el encolado se efectúa mediante una cola de poliuretano, la fase de aplicación de presión y de calentamiento de la banda de tela flexible se realiza como máximo 15 minutos después de la aplicación de dicha cola.

12. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el calentamiento de la banda de tela flexible encolada se detiene al menos 30 minutos antes de finalizar el tiempo de aplicación de presión.

13. Procedimiento de encolado según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque**, cuando la banda de tela flexible se aplica a caballo sobre dos sustratos adyacentes, se procede a aplicar una presión

suplementaria continua sobre la zona de dicha banda situada por encima de la línea de unión entre los dos sustratos, de modo que se produzca en esta zona una deformación de la banda que penetre en la zona de unión y absorba así los pliegues que aparecen sobre la longitud de dicha banda de tela flexible.

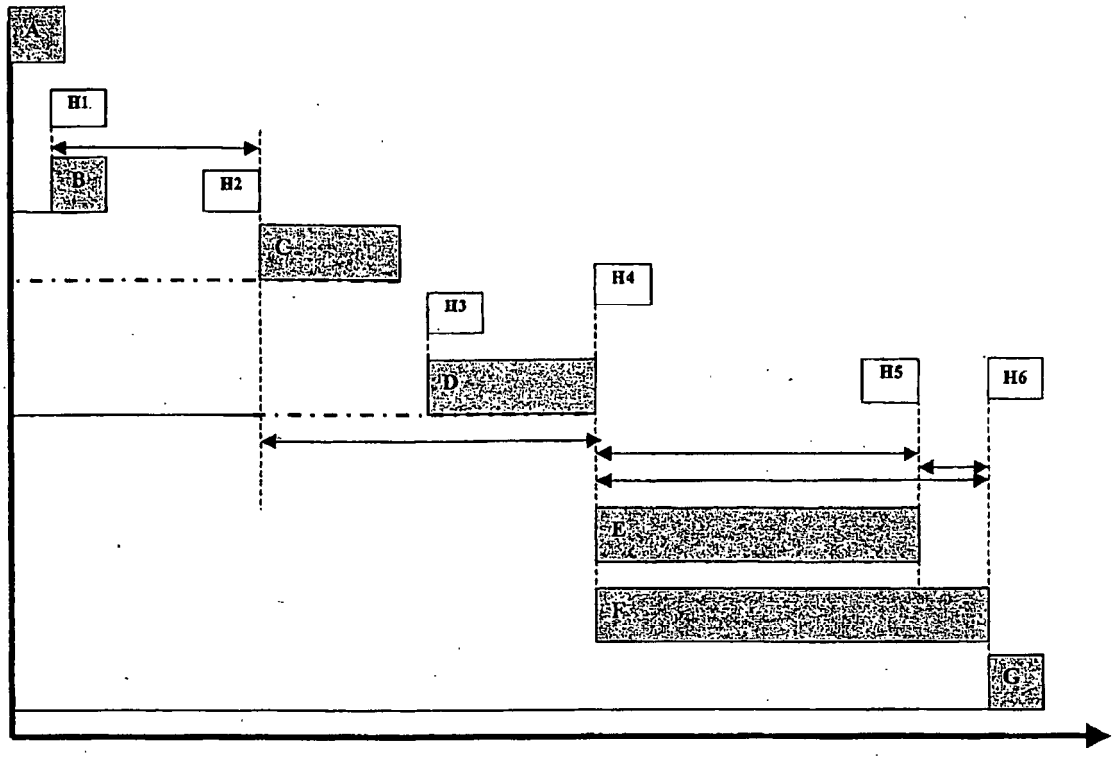

FIGURA 1

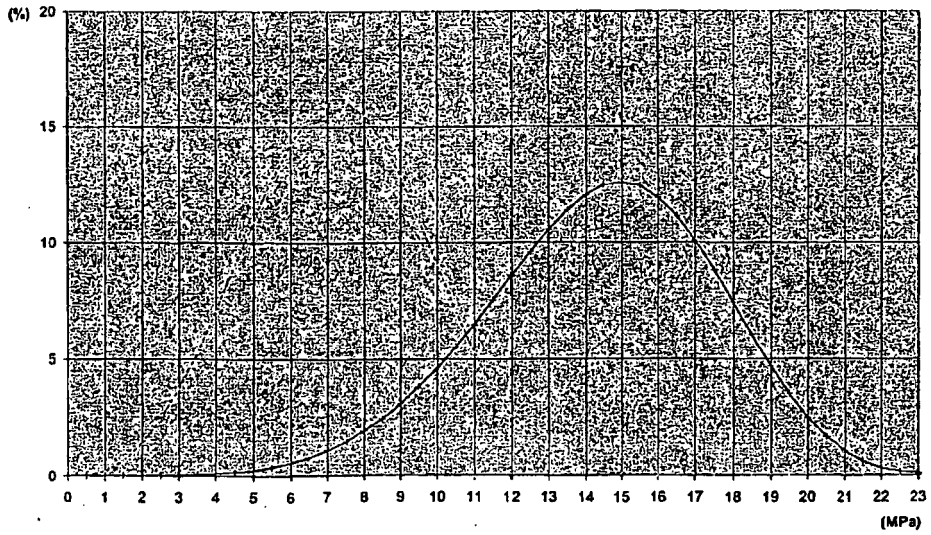

FIGURA 2

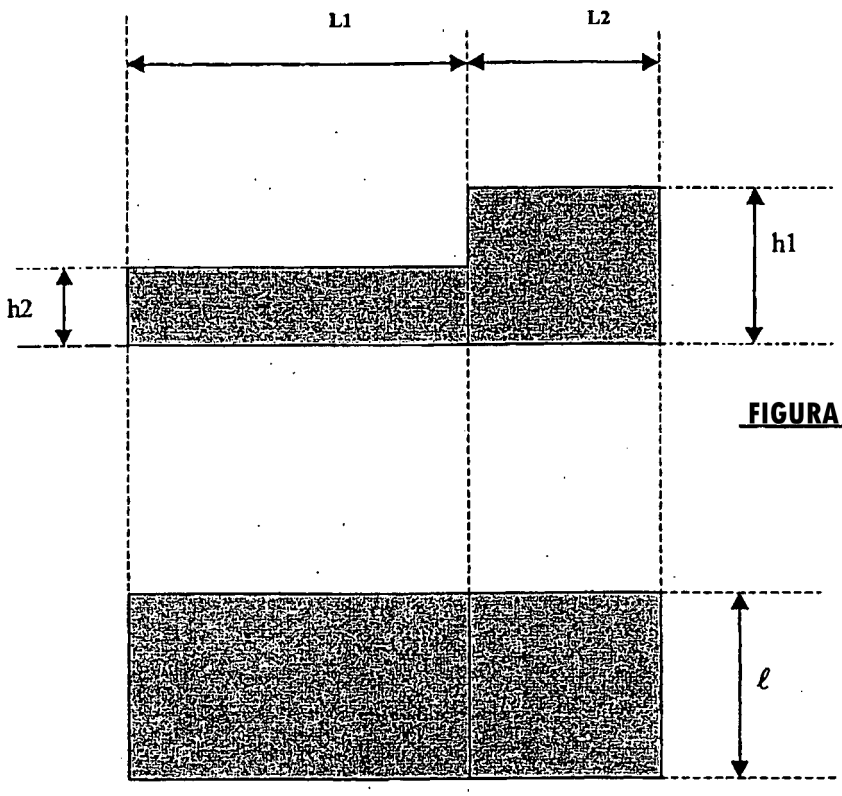

FIGURA 3

FIGURA 4