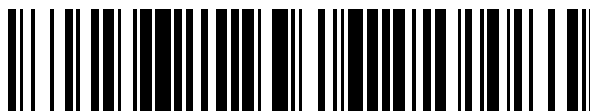


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 745**

51 Int. Cl.:
B29C 70/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08763282 .4**
96 Fecha de presentación: **10.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2152501**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.02.2010**

54 Título: **Procedimiento de curado para la fabricación de vigas de material compuesto con una sección transversal en forma de J**

30 Prioridad:
14.06.2007 IT TO20070423

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.05.2012

73 Titular/es:
Alenia Aermacchi S.p.A.
Via Ing. Paolo Foresio 1
21040 Venegono Superiore (VA), IT

72 Inventor/es:
INSERRA IMPARATO, Sabato y
LANFRANCO, Giovanni

74 Agente/Representante:
Linage González, Rafael

ES 2 379 745 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 curado para la fabricación de vigas de material compuesto con una sección transversal en forma de J

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de curado para la fabricación de vigas de material compuesto con una sección transversal en forma de J.

10 A efectos de construir estructuras complejas en el sector aeronáutico o para otras aplicaciones, se requiere con frecuencia fabricar vigas de bajo peso y alta rigidez realizadas con material compuesto, con una sección transversal en forma de J (Figura 1). Para algunas de estas aplicaciones, por ejemplo para vigas de suelo para aeronaves de pasajeros, tiene una particular importancia el hecho de asegurar la precisión geométrica de la viga. Por encima de todo, es necesario asegurar que la base o pestaña inferior de la sección transversal en forma de J sea plana puesto que los miembros de suelo y el núcleo con el que se conecta la viga a los bastidores del fuselaje, están fijados a la misma.

15 Con el fin de fabricar las vigas de material compuesto, se utilizan los denominados útiles de curado, consistiendo dichos útiles en soportes capaces de proporcionar a la viga su forma final por medio de la aplicación simultánea de presión y calor dentro de un autoclave. De hecho, la presión permite la compactación de las diversas capas que forman la viga mientras que el calor ayuda inicialmente a la compactación, favoreciendo la fluidificación de la resina, y activa a continuación la reacción de curado de la resina lo que le proporciona su estructura final. El útil de curado tiene la función de soportar y contener la viga durante esas fases.

20 La tecnología actual está basada en el uso de aparatos metálicos del tipo que comprenden un molde y un contramolde que rodean por completo la pieza (Figura 2). La viga que va a ser curada se posiciona sobre una de las partes metálicas y se encierra con las otras partes del aparato, las cuales pueden ser desensambladas y son móviles. El conjunto completo se cierra a continuación dentro de lo que se denomina bolsa de vacío formada por una película de poliamida (nailon) a la que se ha aplicado vacío. El conjunto se coloca a continuación dentro de un autoclave donde se aplica una combinación de presión y calor con una progresión temporal predefinida. La presión aplicada a la bolsa de vacío es transmitida a las partes metálicas del aparato, las cuales transmiten a su vez la presión sobre la viga. Como resultado de esta compactación, la presión junto con el incremento simultáneo de temperatura provoca la consolidación y el curado de la resina.

El estado actual de la técnica presenta un cierto número de inconvenientes:

- 30 • La aplicación de presión sobre la viga no se produce directamente sino a través de piezas metálicas rígidas, lo que da como resultado que, si no están perfectamente unidas entre sí o su forma geométrica no corresponde perfectamente con la de la viga que se va a fabricar, se aplicará una presión mayor a ciertas zonas y se aplicará una menor presión a otras zonas. Esto significa que en zonas de presión más alta, la resina se verá empobrecida con una reducción del espesor local de la viga, mientras que en zonas donde la presión es más baja puede existir una compactación pobre con posible porosidad de la viga. Este problema es particularmente crítico en el caso de vigas que tienen espesores variables para reducir su peso.
- 35 • Una unión imperfecta entre el borde de la viga que va a ser curada y el borde del aparato da lugar a la creación de volúmenes vacíos hacia los que tiende a fluir la resina como resultado de la presión, empobreciendo de ese modo la viga y provocando una reducción de su espesor.
- 40 • El aparato tiene un peso considerable y por lo tanto se requieren medios adecuados de manipulación.
- El aparato, que está compuesto por muchos componentes, tiene unos costes elevados de limpieza y mantenimiento.

El documento EP-A-1231046 divulga un procedimiento para la fabricación de vigas de material compuesto con una sección transversal en forma de J, que comprende las etapas de:

- 45 preparar un útil de curado que comprende una barra soportada en paralelo con una mesa por medio de dos primeros soportes rígidos;
- preparar una viga con una sección transversal en forma de J realizada con material compuesto sin curar;
- disponer la viga sin curar en el aparato, posicionar la pestaña inferior de la viga de modo que se enfrente a la mesa y apoyar el alma y la pestaña superior contra dos lados respectivos de la barra;
- 50 cubrir la viga que va a ser polimerizada con una bolsa de vacío;
- aplicar el vacío a la bolsa;

aplicar presión y calor dentro del autoclave con el fin de curar la resina de la viga.

El documento EP-A-1231046 divulga un aparato para llevar a cabo el citado procedimiento.

El objeto de la presente invención consiste, por lo tanto, en subsanar los inconvenientes mencionados anteriormente y en particular, fabricar vigas en forma de J que tengan un alto grado de precisión geométrica.

5 Estos y otros objetos y ventajas, que se comprenderán más claramente a partir de lo que sigue, se han conseguido de acuerdo con la invención por medio de un procedimiento como el definido en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención están contenidas en las reivindicaciones dependientes.

Una realización preferida, aunque no limitativa, de la invención va a ser descrita ahora. Se hace referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

10 La Figura 1 es una vista en sección transversal de una viga en forma de J a la que se refiere la invención;

La Figura 2 es una vista en sección transversal de un aparato de tipo conocido utilizado en la etapa de curado de una viga en forma de J;

La Figura 3 es una vista esquemática, en perspectiva, de un aparato de curado para la implementación de un procedimiento conforme a la invención;

15 La Figura 4 es una vista esquemática, en sección transversal, que muestra las presiones que actúan dentro de un autoclave sobre una viga que va a ser curada que se encuentra posicionada en un aparato para la implementación de un procedimiento conforme a la presente invención;

La Figura 5 es una vista lateral del aparato para implementación de un procedimiento conforme a la invención, y

20 Las Figuras 6A y 6B son vistas en sección transversal, a lo largo de la línea VI-VI de la Figura 5, que muestran dos posiciones operativas diferentes de un soporte que forma parte del aparato.

A efectos de fabricar una viga A de material compuesto con una sección transversal en forma de J del tipo que se muestra en la Figura 1, se requiere en primer lugar preparar la viga en forma de J en estado no curado, por medio de procesos que son en sí mismos conocidos. Estos procesos incluyen acumular en forma plana capas de fibras pre-impregnadas con resina, conformar en caliente piezas con sección transversal de formas variables (forma de C, forma de L, forma de Z) y unir estos componentes entre sí por medio de equipamiento auxiliar, obteniendo así la sección transversal en forma de J.

25 La viga sin curar se posiciona sobre un aparato de curado de barra suspendida, el cual se ha indicado con 10 y se ha mostrado esquemáticamente en las Figuras 3, 5, 6A y 6B. El aparato 10 comprende una barra 20 horizontal recta suspendida de soportes extremos 30 y de uno o más soportes intermedios 40 (no mostrados en la Figura 3) montados sobre una superficie o mesa 50 de base horizontal.

30 La barra suspendida 20 tiene, en el ejemplo mostrado, una sección transversal sustancialmente trapezoidal, con una forma en sí conocida que es constante a lo largo de su longitud completa. La barra 20 tiene una superficie 21 horizontal superior susceptible de soportar desde el lado inferior la pestaña Superior B de la viga y una superficie 22 lateral vertical para que apoye contra la misma uno de los dos lados del alma C. La barra 20 puede estar hecha de cualquier material (acero, invar, materiales compuestos, etc.) capaz de satisfacer los requisitos de rigidez y resistir la temperatura y la presión requeridas para el curado de la viga.

35 La mesa 50 de base tiene la función de soportar la barra suspendida 20 por medio de los soportes extremos y asegurar que la base D de viga en forma de J tiene la forma plana deseada. Por lo tanto, la mesa debe tener características adecuadas de rigidez y calidad superficial. La mesa debe satisfacer requisitos similares a los de la barra suspendida 20 y por lo tanto debe estar hecha del mismo material que esta última.

40 Los soportes extremos 30 mantienen la barra 20 elevada en paralelo con la mesa 50 y separada de esta última de modo que la base o pestaña D de la viga en forma de J está a una distancia calibrada (aproximadamente 0,1 – 0,2 mm) de la mesa de base (con un espacio de separación calibrado) y la pestaña Superior B apoye sobre la superficie 21 superior de la barra suspendida. La conexión entre la barra 20 y los soportes extremos 30 se realiza por medio de pernos y tornillos de centrado. La conexión entre los soportes extremos 30 y la mesa 50 de base se consigue de una manera similar. Los soportes extremos 30 no deben ser retirados salvo para operaciones de mantenimiento extraordinarias del aparato, y por lo tanto deben estar fijos a la mesa 50, por ejemplo mediante soldadura.

45 Los soportes intermedios 40 pueden estar conectados lateralmente a la barra 20 y, apoyando sobre la mesa 50, crear una serie adicional de soportes con el fin de reducir el vano de la barra suspendida y reducir su curvatura. Los soportes intermedios 40, que en el ejemplo mostrado están en una cantidad de dos, están montados separadamente en el aparato 10 puesto que, con el fin de facilitar la formación de la bolsa de vacío sobre la viga, los mismos deben ser posicionados durante una fase intermedia del proceso, según se describe mejor en lo que sigue. Por lo tanto, los soportes intermedios 40 están conectados a la barra 20 y a la mesa 50 por medio de tornillos

y pernos que pueden ser desmontados fácilmente.

El número y la distribución espacial de los soportes intermedios 40 deben ser determinados dependiendo de la longitud y la altura de la viga que se va a fabricar, en particular su perfil delgado. En el caso de vigas para el suelo de una aeronave de pasajeros, que para ciertas aplicaciones debe ser de una longitud de 3,20 m y una altura de alrededor de 110 mm, fue posible establecer durante las pruebas que, en caso de que falte al menos un soporte intermedio, la barra suspendida durante la presurización dentro del autoclave está sometida, además de a su propio peso, a la acción de fuerzas de presión desequilibradas que causan un arqueado de la barra en una cantidad inaceptable, y con ello de la pestaña superior de la viga en forma de J, con una inclinación de alrededor de 7 mm.

Una secuencia preferente de etapas para la implementación preferida del procedimiento conforme a la invención va a ser descrita ahora. A título de etapa preliminar, el aparato 10 está dispuesto con la barra 20 sujeta por sus extremos por medio de los soportes 30 fijos por encima de la mesa 50 y paralela con esta última. Se requiere limpiar y aplicar un agente separador sobre las superficies del aparato que deberá hacer contacto con la viga que va a ser curada. Una viga A de material compuesto sin curar, con una sección transversal en forma de J, se prepara por separado utilizando métodos conocidos, según se ha descrito en lo que antecede.

La viga sin curar en forma de J así obtenida se posiciona sobre la barra suspendida 20, apoyando la pestaña Superior B y el núcleo C contra las superficies 21 y 22 de la barra 20.

A continuación se prepara la bolsa de vacío utilizando técnicas conocidas en este campo, por ejemplo mediante posicionamiento sobre uno de los lados de la viga que no esté en contacto con el aparato, de una película separadora de alta temperatura, seguido de una capa de tejido de ventilación y finalmente una película de nailon de espesor adecuado que tiene la función de encerrar la viga con el fin de formar lo que se conoce como bolsa de vacío. A continuación, los bordes de la bolsa se hermetizan sobre la mesa utilizando una cinta N de sellado adecuada (Figura 6A).

A continuación, se forman aberturas o ventanas en la bolsa de vacío en zonas laterales de la barra suspendida donde se posicionarán los soportes intermedios 40. Los bordes de estas aberturas son sellados completamente utilizando una cinta selladora o masilla N.

Tras la inserción en la bolsa de vacío de un número de válvulas para aplicar el vacío, se aplica un bajo vacío a la bolsa, teniendo este vacío un valor que habrá sido calculado de modo que evite un arqueado inaceptable de la viga y de la barra suspendida en ausencia de los soportes intermedios.

El uno o más soportes intermedios 40, adecuadamente espaciados o equiespaciados entre los soportes extremos 30, están situados en posición. Los soportes intermedios 40 están fijados rígidamente (Figura 6B) a la barra 20 y a la mesa 50 utilizando los miembros de fijación separables. Con preferencia, la fijación de los soportes intermedios 40 se realiza con la ayuda de pernos 41 de centrado introducidos en respectivos orificios alineados 42 y 23 de los soportes intermedios 40 y de la barra 20, respectivamente. El conjunto, que comprende el aparato 20 con la viga cubierta por la bolsa de vacío, está situado dentro de un autoclave, donde se aplican las temperaturas y presiones necesarias para curar la resina de la viga utilizando métodos conocidos.

La pestaña D de la viga se mantiene suspendida ligeramente por encima de la mesa 50 para evitar la formación de arrugas inaceptables durante la etapa de curado. La viga sin curar en forma de J tiene una forma que no es perfecta y no es la final. La viga se prepara de modo que verticalmente es un poco menos alta que su dimensión final de modo que, cuando la pestaña Superior B de la viga está apoyando sobre la barra suspendida 20, se mantiene un espacio de separación entre la pestaña inferior D y la mesa 50. Con preferencia, el espacio de separación no debe ser mayor de alrededor de 0,2 mm, puesto que en otro caso se crearían problemas con relación a la compactación del punto nodal. Dentro del autoclave, la presión que actúa sobre la bolsa de vacío tiende a presionar la viga, moviendo la pestaña contra la mesa 50 durante el curado. Se ha determinado que, en su caso, si la viga sin curar es ligeramente más alta y la pestaña inferior D descansa sobre la mesa 50 antes de la entrada en el autoclave, se puede formar un espacio de separación como resultado de la presión entre la pestaña Superior B de la viga y el lado superior 21 de la barra suspendida. En estas condiciones, la bolsa V, cuando se somete a presión, puede crear una arruga inaceptable.

Como se comprenderá, la invención consigue varias ventajas en comparación con el estado de la técnica discutido en la introducción. La presión de compactación se aplica uniformemente a la viga; esto asegura que los espesores de la viga estén dentro de las tolerancias y evita problemas de porosidad debidos a áreas en las que la presión aplicada sea insuficiente. El aparato no tiene cavidades que sean susceptibles de recibir cantidades de resina que, al fluir desde la viga, pudieran causar una reducción del espesor de la misma. La base o pestaña inferior de la sección se compacta contra una superficie plana que está relacionada de forma precisa con la barra suspendida. El aparato está compuesto de unas pocas piezas y por lo tanto puede ser limpiado y mantenido fácilmente. Es posible fabricar con precisión vigas en forma de J de cualquier longitud y altura, debido al hecho de que los soportes intermedios eliminan prácticamente, o al menos reducen drásticamente, los problemas de un curvado excesivo de la barra suspendida resultante del perfil delgado de la viga y de las cargas que actúan dentro del autoclave.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para la fabricación de vigas de material compuesto con una sección transversal en forma de J, que comprende las etapas de:
- 5 a1) preparar un aparato (10) de curado que comprende una barra (20) soportada en paralelo con una mesa (50) por medio de al menos dos primeros soportes rígidos (30),
- a2) preparar una viga sin curar (A) con una sección transversal en forma de J hecha de material compuesto sin curar;
- 10 b) disponer la viga (A) sin curar en el aparato (10) de curado, posicionando la pestaña inferior (D) de la viga de modo que se enfrente a la mesa (50) a una distancia por encima de la misma y apoyando el alma (C) y la pestaña superior (B) contra dos lados (22, 21) respectivos de la barra (20),
- c) cubrir la viga (A) sin curar que va a ser polimerizada, con al menos una bolsa de vacío (V),
- d) aplicar el vacío a la bolsa (V), y
- e) aplicar presión y calor al interior de un autoclave con el fin de curar la resina de la viga (A).
- 15 2.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende la etapa de:
- conectar la barra (20) a la mesa (50) por medio de al menos un soporte rígido adicional (40) en al menos una posición intermedia entre los primeros soportes (30).
- 3.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de conectar el soporte rígido adicional (40) se lleva a cabo después de la etapa c) que incluye cubrir con la bolsa de vacío.
- 20 4.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa c) incluye la etapa de cubrir también la barra (20) con una bolsa de vacío y formar al menos una abertura dentro de la bolsa (V) de vacío en la zona o zonas en las que la barra está conectada a cada soporte rígido (40) y sellar a continuación (N) los bordes de la(s) abertura(s).
- 25 5.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la etapa b), la pestaña inferior (D) de la viga está situada a una distancia de alrededor de 0,1 – 0,2 mm por encima de la mesa (50).

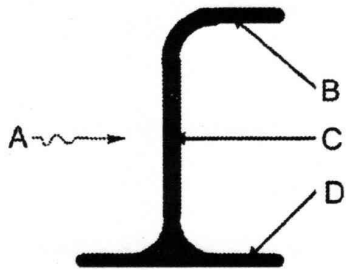


FIG. 1

FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

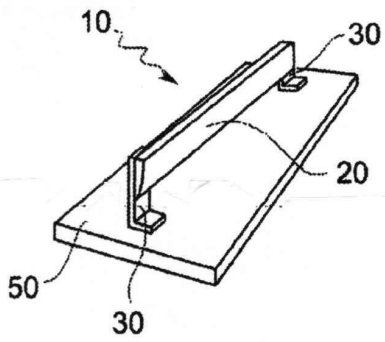
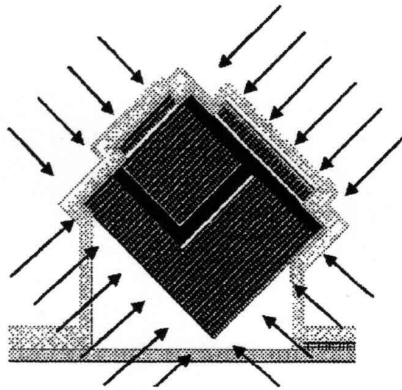


FIG. 3

FIG. 4

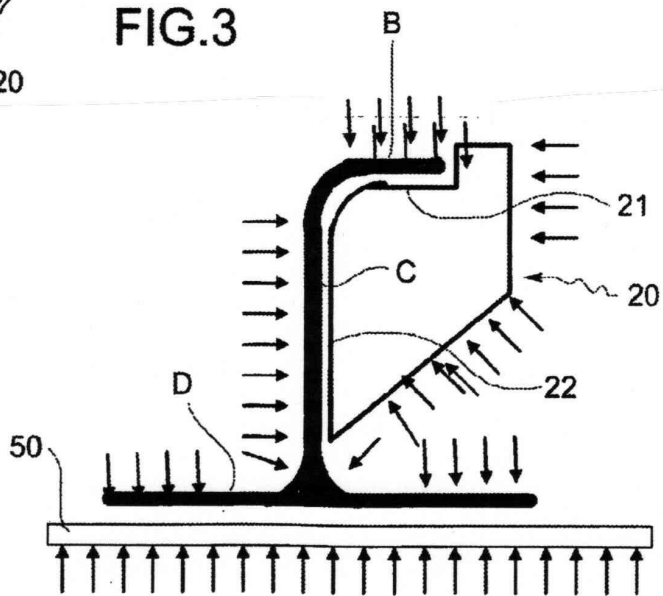


FIG.5

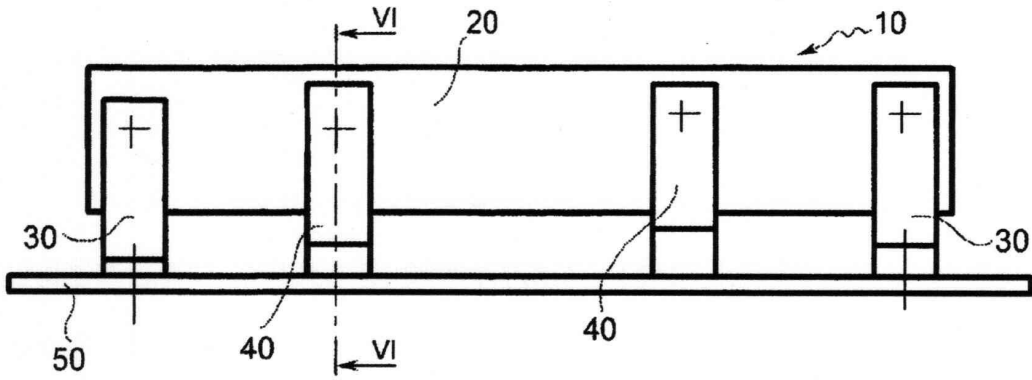


FIG.6a

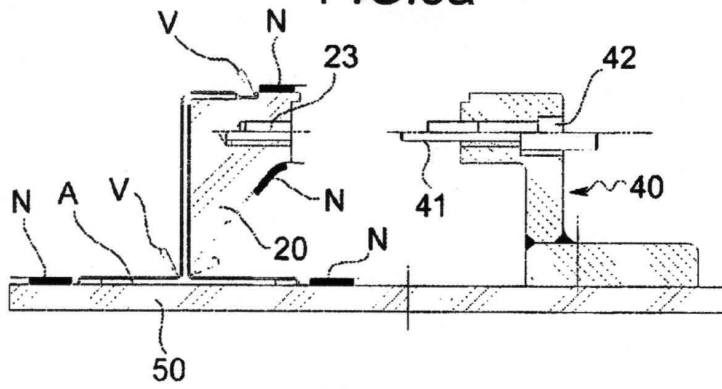


FIG.6b

