

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 787 102**

51 Int. Cl.:

<b>B29C 35/16</b>	(2006.01) <b>B32B 27/28</b>	(2006.01)
<b>B29C 71/02</b>	(2006.01) <b>B32B 5/20</b>	(2006.01)
<b>B29C 44/34</b>	(2006.01)	
<b>B29C 44/58</b>	(2006.01)	
<b>B29C 44/12</b>	(2006.01)	
<b>B32B 5/02</b>	(2006.01)	
<b>B32B 5/24</b>	(2006.01)	
<b>B32B 15/04</b>	(2006.01)	
<b>B32B 27/06</b>	(2006.01)	
<b>B32B 27/20</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2016 PCT/NL2016/050488**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017 WO17010871**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2016 E 16750524 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3319773**

54 Título: **Método de fabricación de un panel sándwich**

30 Prioridad:

**10.07.2015 NL 2015138**

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

**14.10.2020**

73 Titular/es:

**FITS HOLDING BV (100.0%)  
Sperwerkamp 21  
3972 WB Driebergen, NL**

72 Inventor/es:

**DE GROOT, MARTIN THEODOOR**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 787 102 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

Método de fabricación de un panel sándwich

5 La presente invención se refiere a un método de fabricación de un panel sándwich, que comprende una parte de núcleo espumado entre dos partes de cobertura, según la denominada técnica de espumación *in situ*.

10 El documento EP 636463 A1 ha dado a conocer esta denominada técnica de espumación *in situ*. Esta técnica conocida comprende las etapas de proporcionar una lámina de un material termoplástico que comprende una cantidad de un agente de expansión físico adecuado (un agente de hinchamiento o disolvente), colocar esta lámina entre dos capas de cobertura reforzadas con fibras de un material termoplástico similar, colocar el conjunto de núcleo termoplástico y capas de cobertura reforzadas con fibras entre dos placas de prensado calentadas, suministrar calor y presión al conjunto y, tras alcanzar una temperatura de espumación, provocar la espumación del núcleo termoplástico aumentado el espaciado entre las placas de prensado, enfriar las placas de prensado cuando se obtenga un grosor de núcleo espumado predeterminado, mientras el panel sándwich así obtenido se mantiene a presión, seguido por una etapa de secado para reducir el contenido de agente de expansión físico o disolvente restante.

20 El documento WO 2006080833 A1 ha dado a conocer que, durante la etapa de secado a temperatura elevada de la técnica de espumación *in situ*, el agente de expansión físico restante se elimina preferiblemente, al tiempo que se restringe el flujo de salida del mismo a través de los bordes periféricos del núcleo espumado.

25 También se conoce de una tesis "The development of in-situ foamed sandwich panels" de P.W.C. Kluit, Delft University Press, 1997, página 63, que parámetros optimizados en cuanto a las propiedades mecánicas for la espumación *in situ* de PEI usando acetona como agente de expansión físico eran:

Porcentaje en peso de acetona:	11,5-12,5
Temperatura de espumación:	180°C
Presión inicial:	3 MPa
Tiempo de calentamiento:	20 s
Velocidad de apertura de la prensa:	0,4-0,5 mm/s
Altura final:	10-11 mm
Tasa de enfriamiento:	100°C/min hasta 90°C, seguido de 20°C/min hasta 20°C

30 Kluit explica que experimentos para sándwiches de 25x25 cm habían mostrado que un enfriamiento rápido a 100°C/min desde la temperatura de espumación hasta la temperatura ambiental siempre daba como resultado una mala adhesión. Basándose en resultados experimentales, se eligió una temperatura intermedia de 90°C para disminuir la tasa de enfriamiento en vista de la resistencia de adhesión entre la parte de núcleo espumado y la parte de cobertura. Aunque estos resultados eran prometedores, esta adhesión todavía es pobre localmente. Esto se hizo más evidente tras aumentar en escala hasta dimensiones mayores de los sándwiches. Tras aumentar en escala no se alcanzaron los valores de resistencia citados por Kluit.

35 Por el documento WO 86/04017 A1 se conoce un método de fabricación de bloques de poliuretano u otra espuma de células abiertas mediante una reacción exotérmica de materiales de partida, en el que una vez que la reacción ha alcanzado una fase de finalización deseada se hace pasar un gas de enfriamiento a través del cuerpo del bloque para llevarse el calor de reacción hasta que se haya alcanzado una temperatura estable.

40 El documento US 20100129584 ha dado a conocer un método según el preámbulo de la reivindicación 1.

45 Por tanto, la invención pretende proporcionar un panel sándwich de la naturaleza descrita según la técnica de espumación *in situ*, en el que esté mejorada la adhesión entre la parte de núcleo espumado y las partes de cobertura.

Por consiguiente, el método según la invención de fabricación de un panel sándwich comprende las etapas de:

50 a) una etapa de montaje de proporcionar un conjunto en forma de placa de una primera parte de cobertura y una segunda parte de cobertura y, entre estas partes de cobertura, una parte de núcleo de un material termoplástico que contiene un agente de expansión físico;

55 b) una etapa de calentamiento de calentar el conjunto que resulta de la etapa a) a presión entre herramientas de prensado calentadas en una prensa hasta una temperatura de espumación por debajo de la temperatura de transición vítrea del material termoplástico en la parte de núcleo, efectuando de ese modo la adhesión de la parte de núcleo que debe espumarse a las partes de cobertura primera y segunda;

c) una etapa de espumación de espumar el material termoplástico en la parte de núcleo a presión y a la temperatura de espumación, en la que se aumenta el espaciado entre las herramientas de prensado;

5 d) una etapa de enfriamiento de enfriar el panel sándwich espumado que resulta de la etapa c), al tiempo que se mantiene el panel sándwich a presión entre las herramientas de prensado;

e) una etapa de descarga de retirar el panel sándwich así enfriado de la prensa; y

10 f) una etapa de secado de secar el panel sándwich así obtenido;

en el que la etapa de enfriamiento d) comprende una primera subetapa d1) de enfriar el conjunto espumado desde la temperatura de espumación hasta una temperatura intermedia en el intervalo de 70-100°C a una primera etapa de enfriamiento y una segunda subetapa d2) de enfriar el conjunto espumado desde la temperatura intermedia hasta temperatura ambiental a una segunda tasa de enfriamiento, en el que la primera tasa de enfriamiento es de al menos 140°C/min y en el que la segunda tasa de enfriamiento es menor que la primera tasa de enfriamiento.

En el método según la invención, en primer lugar se prepara un conjunto en forma de placa apilando una primera parte de cobertura, una parte de núcleo hecha de un material termoplástico que contiene una cantidad suficiente de agente de expansión para la espumación hasta el grosor final conseguido en etapas posteriores, y una segunda parte de cobertura, una sobre otra. Normalmente, estas partes estarán presentes como láminas o películas. El conjunto en forma de placa es habitualmente flexible y se adapta a la forma de las herramientas de prensado, que pueden ser lisas con el fin de producir paneles sándwich lisos (planos). También se contempla una forma más compleja de las herramientas de prensado tal como curvada o curvada doble en diferente direcciones, por ejemplo, para fabricar un techo de un coche o un panel de pared lateral interior para una aeronave. Normalmente, las herramientas de prensado tales como placas de prensado lisas están montadas de manera separable en la prensa.

El conjunto se calienta hasta una temperatura de espumación entre placas de prensado calentadas en un estado presurizado con el fin de impedir la expansión prematura de la parte de núcleo y con el fin de generar simultáneamente la unión de la parte de núcleo que debe espumarse a las partes de cobertura. A la temperatura de espumación, la prensa se abre de manera controlada, permitiendo de ese modo que se espume la parte de núcleo. Tras alcanzar el grosor predeterminado del panel determinado por la altura de la parte de núcleo espumado, el panel sándwich así obtenido se enfría según un proceso de múltiples etapas. Sin embargo, en comparación con el proceso de dos etapas de la técnica anterior conocido, la tasa de enfriamiento de la primera subetapa entre la temperatura de espumación y la temperatura intermedia es mucho mayor. La segunda subetapa puede realizarse en condiciones conocidas de la técnica anterior.

Parece que aumentado la tasa de enfriamiento en la primera subetapa se mejora significativamente la adhesión y es menos probable que estén presentes defectos locales.

El método según la invención puede realizarse usando cualquier material de plástico termoplástico en la parte de núcleo, termoplástico que puede espumarse mediante un agente de expansión. Los ejemplos de termoplásticos adecuados incluyen polieterimida (PEI), polietersulfona (PES), polisulfona (PSU), poli(sulfuro de fenileno) (PPS), polifenilsulfona (PPSU), policetona, polímeros de cristal líquido, policarbonato (PC), propileno, etc. Un termoplástico preferido para su uso con un agente de expansión físico es polieterimida (PEI).

La parte de núcleo contiene una cantidad de agente de expansión físico, que es suficiente para espumar el material termoplástico en la parte de núcleo hasta el grosor final deseado. Este grosor se determina mediante la distancia final conseguida entre las herramientas de prensado en la etapa de espumación c) y la etapa de enfriamiento d). Los ejemplos típicos del agente de expansión físico incluyen compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición. Un ejemplo preferido es acetona.

En la etapa de espumación se forma una espuma de células cerradas, normalmente una espuma anisotrópica con células alargadas que están orientadas en la dirección de altura (es decir la dimensión más grande de las células se extiende en una dirección desde una parte de cobertura hasta la otra parte de cobertura).

Las partes de cobertura pueden seleccionarse de manera adecuada de láminas de material termoplástico, metales y combinaciones de los mismos. De manera adecuada, el material termoplástico, si lo hay, de una parte de cobertura es el mismo que el material termoplástico de la parte de núcleo termoplástico. Los materiales termoplásticos adecuados incluyen polietersulfona (PES), polifenilsulfona (PPSU) y polisulfona (PSU), en particular polieterimida (PEI) en vista de sus propiedades retardantes de la llama favorables. Sin embargo, también se contemplan combinaciones de diferentes termoplásticos. Los ejemplos adecuados de los mismos comprenden, entre otros, parte de núcleo de PEI entre partes de cobertura, estando hecha al menos una de las partes de cobertura de PS o PC, y una parte de núcleo de PES y al menos una parte de cobertura de PC. El aluminio es un metal preferido para una parte de cobertura en vista del peso. En vista del peso y de la resistencia, en una realización ventajosa al menos una

de la primera y segunda parte de cobertura comprende una o más capas consolidadas de un termoplástico reforzado con fibras.

Aquí se menciona que si una parte de cobertura comprende múltiples subcapas de material de plástico (reforzado con fibras), estas capas se consolidan (es decir se someten a un tratamiento térmico por encima de la temperatura de transición vítrea en un estado presurizado), de modo que las subcapas termoplásticas (reforzadas con fibras) se adhieren de manera irreversible entre sí y forman una única parte de cobertura integral. Esta etapa de consolidación es necesaria ya que durante la etapa de espumación no se producirá ninguna unión entre estas capas, ya que el agente de expansión físico no puede difundir desde la parte de núcleo a través de una capa adyacente sobre la superficie de contacto entre las capas de la parte de cobertura.

Las fibras de vidrio son un ejemplo preferido de refuerzo, si está presente en una parte de cobertura. Sin embargo, pueden aplicarse otras fibras inorgánicas, tales como fibras metálicas, fibras de carbono y fibras orgánicas como fibras de aramida. Además de las fibras sintéticas anteriores, también pueden usarse fibras naturales. Las fibras en el refuerzo de una parte de cobertura pueden estar opcionalmente orientadas, y no hay restricciones en cuanto a la longitud y orientación. Materiales textiles tricotados, materiales textiles tejidos, esterapas, telas y fibras unidireccionales representan diversas manifestaciones de las mismas.

La etapa de calentamiento, la etapa de espumación y la etapa de secado se realizan en condiciones similares a las dadas a conocer en los documentos del estado de la técnica mencionados anteriormente, dependiendo de los materiales de partida y las dimensiones. Normalmente, la presión durante la etapa de calentamiento, la etapa de espumación y la etapa de enfriamiento está en el intervalo de 3-5 MPa. También se contemplan presiones mayores. En la etapa de calentamiento b), el conjunto se dispone en la prensa, que está preferiblemente precalentada. Tras calentar el conjunto entre las herramientas de prensado, la temperatura del conjunto alcanza la temperatura de espumación (por ejemplo, 175-182°C para una parte de núcleo de PEI), tras lo cual la distancia entre las placas de prensado se aumenta hasta un valor predeterminado. En la etapa de enfriamiento d), el conjunto espumado, mientras se mantiene en la prensa a presión (de manera habitual esencialmente la misma presión que durante la espumación) se enfría hasta temperatura ambiental tal como se explicó anteriormente. En una primera etapa de enfriamiento d1), el sándwich se enfría a una tasa de enfriamiento de al menos 140°C/min, preferiblemente por encima de 200°C/min, más preferiblemente más de 240°C/min hasta la temperatura intermedia, por ejemplo, 90°C. Posteriormente, se lleva a cabo un segundo tratamiento de enfriamiento en el que el panel sándwich espumado se enfría adicionalmente desde la temperatura intermedia a una tasa de enfriamiento promedio mucho menor, preferiblemente menos de la mitad de la primera tasa de enfriamiento, más preferiblemente a 25°C/min o menos, tal como 20°C/min. Si la tasa de enfriamiento en la primera etapa de enfriamiento es menor de 140°C, entonces la adhesión es pobre. Tasas de enfriamiento altas por encima de 200°C/min, tal como por encima de 240°C/min, proporcionan mejores resultados.

Tras descargar el panel sándwich así obtenido de la prensa, el panel sándwich se somete a un tratamiento de secado. Este tratamiento de secado se lleva a cabo preferiblemente aumentando la temperatura en intervalos hasta una temperatura en el intervalo de aproximadamente 150°C a aproximadamente la temperatura de transición vítrea del termoplástico de núcleo espumado. Para PEI, la T<sub>g</sub> es de 217°C. El aumento de temperatura entre intervalos es de manera habitual de aproximadamente 10 grados. El panel sándwich se mantiene a cada temperatura intermedia durante un periodo de tiempo suficiente, por ejemplo, dos horas. Ventajosamente, la etapa de secado e) se inicia en el plazo de 10-12 horas tras el final de la etapa de espumación b). Si al menos una de las partes de cobertura comprende un material termoplástico, el secado se lleva a cabo preferiblemente tal como se da a conocer en el documento WO 2006/080833 A1.

Los paneles sándwich obtenidos usando el método según la invención pueden procesarse adicionalmente, por ejemplo, conformándolos para dar la forma final deseada mediante acabado de los bordes. Los paneles sándwich hechos según la presente invención se usan ventajosamente en aplicaciones de peso ligero en las que se requieren propiedades ignífugas y/o una resistencia/rigidez suficiente. Un área de aplicación preferida es el sector del transporte, en particular la industria aeroespacial.

Con el fin de alcanzar la alta tasa de enfriamiento en la primera subetapa d1), las placas de prensado hechas de acero para herramientas se dotan normalmente de perforaciones paralelas, en las que se genera un flujo forzado de agua de enfriamiento en sentidos opuestos en perforaciones adyacentes. Ahora parece que si hay diferentes de temperatura en el plano de una herramienta de prensa (enfriamiento no homogéneo), el aspecto del sándwich obtenido puede ser pobre, en particular pueden reflejarse las posiciones de las perforaciones de enfriamiento y pueden ser visibles como áreas decoloradas. Además, la adhesión entre la parte de cobertura y la parte de núcleo espumado puede no ser homogénea, induciendo el riesgo de fallo local en la superficie de contacto en lugar de dentro de la parte de núcleo espumado.

Por tanto, durante las subetapas d1) y d2) la diferencia de temperatura entre las placas de prensado es preferiblemente menor de 2°C (medida 4 mm por debajo de la superficie de las placas de prensado).

En algunos casos, dependiendo de factores como las dimensiones del panel sándwich, el material de construcción de la prensa, la capacidad de enfriamiento y similares, ha parecido difícil reducir la temperatura de una herramienta de prensa homogéneamente (lo que significa que sustancialmente no hay diferencia de temperatura a lo largo de la superficie de una herramienta de prensa). En tales condiciones ha demostrado ser útil proporcionar una capa de material que tenga un coeficiente de conductividad térmica mayor que el del material de construcción de la prensa. Una capa de cobre o aluminio, tal como una estera tejida de los mismos, es un ejemplo preferido. Una estera o lámina de este tipo puede disponerse fácilmente a ambos lados del conjunto en la etapa a) del proceso según la invención, o insertarse en la propia prensa. Esta capa de material que tiene un alto coeficiente de conductividad térmica contribuye a igualar la temperatura de la prensa durante el enfriamiento, reduciendo de ese modo las variaciones de temperatura a lo largo de la superficie de una herramienta de prensa y reduciendo la diferencia de temperatura entre las herramientas de prensado. Esta realización contribuye a un enfriamiento homogéneo con el resultado de que no son visibles trazos de las perforaciones de enfriamiento de las placas de prensado en el sándwich obtenido.

La invención se ilustra adicionalmente por medio de los siguientes ejemplos.

#### EJEMPLO 1

Partes de cobertura primera y segunda: cada una, una capa de tejido de vidrio US-style 7781 de PEI (polieterimida) impregnada y consolidada con el 33+-2% de PEI, grosor de capa = 0,23 mm;

Parte de núcleo termoplástico: dos películas de PEI (polieterimida) Ultem 1000, impregnadas con el 12,1 - 12,9% en peso de acetona, grosor de capa en el intervalo de 250-300 micrómetros.

El porcentaje de acetona en la película se determina como ((peso de película + acetona en g) menos (peso de la película pura en g)) dividido entre (peso de la película pura en g).

Se fabricaron varios paneles FITS (dimensiones planas 50 X 30 cm) con la siguiente configuración:

Se montó una pila simétrica con las dos películas de PEI impregnadas con acetona como parte de núcleo entre las partes de cobertura primera y segunda idénticas, que consistían cada una en una o dos capas de tejido de vidrio tal como se indicó anteriormente. Este conjunto se colocó entre las placas de prensado calentadas de la prensa. Tras cerrar la prensa, se calentó el conjunto en segundos hasta la temperatura de espumación requerida de 178-180°C. El centro del dispositivo de medición de temperatura (elemento Pt tipo K) está ubicado 4 mm por debajo de la superficie de las placas de prensado. La presión es de 4 Mpa. Tras alcanzar esta temperatura de espumación, la prensa - al tiempo que se mantiene la presión a esencialmente el mismo valor - se abrió según una cierta curva de espumación hasta un grosor predeterminado (tal como se especifica más adelante) del panel sándwich final, tras lo cual las placas de prensado y en consecuencia el panel sándwich termoplástico se enfriaron desde la temperatura de espumación hasta 90°C en 25 segundos, y adicionalmente hasta temperatura ambiental a una tasa de enfriamiento promedio de 20°C/min. Finalmente, los paneles sándwich así obtenidos se sometieron a una etapa de secado según el documento WO2006080833 A1 tapando con cinta los bordes para reducir el flujo de salida periférico de acetona y dirigirlo a través de las partes de cobertura usando aumentos de temperatura de 10°C entre intervalos de 2-4 horas a una temperatura dada.

De esta manera se fabricaron paneles sándwich con grosores de 9,5 y 7,5 mm. Los paneles sándwich se sometieron a prueba para la adhesión entre las partes de cobertura de PEI termoplásticas reforzadas con fibras y la parte de núcleo de PEI espumada *in situ* usando un procedimiento de prueba de resistencia a la tracción en plano según la norma ASTM C297.

El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 9,5 mm de grosor que tiene una densidad de espuma de 85 kg/m<sup>3</sup> (parte de núcleo hecha de 2 películas de PEI impregnadas con acetona de 300 micrómetros) mostró una resistencia a la tracción en plano de 3,4 MPa. El panel sándwich termoplástico espumado *in situ* de 7,5 mm de grosor que tiene una densidad de espuma de 90 kg/m<sup>3</sup> (parte de núcleo hecha de 2 películas de PEI impregnadas con acetona de 250 micrómetros) mostró una resistencia a la tracción en plano de 3,9 MPa.

Normalmente, el fallo de las muestras de prueba se produjo en la parte de núcleo termoplástico, indicando que la adhesión entre la parte de núcleo y las partes de cobertura es adecuada. Las partes de cobertura no pudieron pelarse manualmente del núcleo de espuma.

#### EJEMPLO 2

Partes de cobertura primera y segunda: cada una, una capa de tejido de vidrio US-style 7781 de PEI (polieterimida) impregnada y consolidada con el 33+-2% de PEI, grosor de parte de cobertura = 0,23 mm; o cada una, dos capas de tejido de vidrio US-style 7781 de PEI (polieterimida) impregnadas y consolidadas con el 33+-2% de PEI, grosor de parte de cobertura = 0,46 mm

## ES 2 787 102 T3

Parte de núcleo termoplástico: tres películas de PEI (polieterimida) Ultem 1000, impregnadas con el 12,1 - 12,9% en peso de acetona, grosor de capa de 250 micrómetros.

5 Se preparó un conjunto a partir de la parte de núcleo termoplástico entre las partes de cobertura primera y segunda. Este conjunto se sometió a espumación *in situ* tal como se esboza en el ejemplo 1 usando las mismas condiciones.

10 Se obtuvieron paneles sándwich (25 x 25 cm) que tenían un grosor de 11,3 mm. El panel sándwich termoplástico que tiene partes de cobertura que comprenden una capa de tejido de vidrio impregnada con PEI tenía una densidad de espuma de 87 kg/m<sup>3</sup> y mostró una resistencia a la tracción en plano de 3,5 MPa. El panel sándwich termoplástico que tiene partes de cobertura que comprenden dos capas consolidadas de tejido de vidrio impregnadas con PEI tenía una densidad de espuma de 91 kg/m<sup>3</sup> y mostró una resistencia a la tracción en plano de 3,9 MPa.

15 Normalmente, el fallo de las muestras de prueba se produjo en la parte de núcleo termoplástico, indicando que la adhesión entre la parte de núcleo y las partes de cobertura es adecuada. Las partes de cobertura no pudieron pelarse manualmente del núcleo de espuma.

Se obtuvieron los mismos resultados con paneles sándwich de 50 X 30 cm.

20 EJEMPLO 3 (comparativo)

Partes de cobertura primera y segunda: cada una, una capa de tejido de vidrio US-style 7781 de PEI (polieterimida) impregnada y consolidada con el 33+-2% de PEI, grosor de parte de cobertura = 0,23 mm; o cada una, dos capas de tejido de vidrio US-style 7781 de PEI (polieterimida) impregnadas y consolidadas con el 33+-2% de PEI, grosor de parte de cobertura = 0,46 mm

25 Parte de núcleo termoplástico: tres películas de PEI (polieterimida) Ultem 1000, impregnadas con el 12,1 - 12,9% en peso de acetona, grosor de capa de 250 micrómetros.

30 Se preparó un conjunto a partir de la parte de núcleo termoplástico entre las partes de cobertura primera y segunda. Este conjunto se sometió a espumación *in situ* tal como se esboza en el ejemplo 1 excepto porque los sándwiches obtenidos se enfriaron desde la temperatura de espumación hasta 90°C en 40 segundos.

35 Se obtuvieron paneles sándwich (25 x 25 cm) que tenían un grosor de 11,3 mm. El panel sándwich termoplástico que tiene partes de cobertura que comprenden una capa de tejido de vidrio impregnada con PEI tenía una densidad de espuma de 87 kg/m<sup>3</sup> y mostró una resistencia a la tracción en plano de 1,8 MPa. El panel sándwich termoplástico que tiene partes de cobertura que comprenden dos capas consolidadas de tejido de vidrio impregnadas con PEI tenía una densidad de espuma de 91 kg/m<sup>3</sup> y mostró una resistencia a la tracción en plano de 2,3 MPa.

40 El fallo de las muestras de prueba se produjo en la superficie de contacto entre la parte de cobertura termoplástica reforzada con fibras y la parte de núcleo espumado *in situ*, indicando que la adhesión en las superficies de contacto era menor que la resistencia de la espuma. Además, las partes de cobertura podían pelarse manualmente de la parte de núcleo de espuma bastante fácilmente

45 Se obtuvieron los mismos resultados con paneles que tenían dimensiones de 50x30 cm.

**REIVINDICACIONES**

1.- Método de fabricación de un panel sándwich que comprende las etapas de:

- 5 a) una etapa de montaje de proporcionar un conjunto en forma de placa de una primera parte de cobertura y una segunda parte de cobertura y, entre estas partes de cobertura, una parte de núcleo de un material termoplástico que contiene un agente de expansión físico;
- 10 b) una etapa de calentamiento de calentar el conjunto que resulta de la etapa a) a presión entre herramientas de prensado calentadas en una prensa hasta una temperatura de espumación por debajo de la temperatura de transición vítrea del material termoplástico en la parte de núcleo, efectuando de ese modo la adhesión de la parte de núcleo que debe espumarse a las partes de cobertura primera y segunda;
- 15 c) una etapa de espumación de espumar el material termoplástico en la parte de núcleo a presión y a la temperatura de espumación, en la que se aumenta el espaciado entre las herramientas de prensado;
- d) una etapa de enfriamiento de enfriar el panel sándwich espumado que resulta de la etapa c), al tiempo que se mantiene el panel sándwich a presión entre las herramientas de prensado;
- 20 e) una etapa de descarga de retirar el panel sándwich así enfriado de la prensa; y
- f) una etapa de secado de secar el panel sándwich así obtenido;
- caracterizado porque
- 25

la etapa de enfriamiento d) se lleva a cabo en dos subetapas, que comprenden una primera subetapa d1) de enfriar el conjunto espumado desde la temperatura de espumación hasta una temperatura intermedia en el intervalo de 70-100°C a una primera etapa de enfriamiento y una segunda subetapa d2) de enfriar el conjunto espumado desde la temperatura intermedia hasta temperatura ambiental a una segunda tasa de enfriamiento, en el que la primera tasa de enfriamiento es de al menos 140°C/min y en el que la segunda tasa de enfriamiento es menor que la primera tasa de enfriamiento.

30

2.- Método según la reivindicación 1, en el que la primera tasa de enfriamiento es mayor de 200°C/min.

35 3.- Método según la reivindicación 1 o 2, en el que la segunda tasa de enfriamiento es menor que la mitad de la primera tasa de enfriamiento.

4.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda tasa de enfriamiento es de 25°C/min o menos.

40

5.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que durante las subetapas d1) y d2) la diferencia de temperatura entre las herramientas de prensado es de menos de 2°C.

45 6.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie de las herramientas de prensado se dota de una capa de un material que tiene un coeficiente de conductividad térmica, que es mayor que el del material de construcción a partir del cual están hechas las herramientas de prensado.

7.- Método según la reivindicación 6, en el que la capa de material que tiene el coeficiente de conductividad térmica mayor es una capa hecha de cobre o aluminio.

50

8.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una de las partes de cobertura primera y segunda comprende una capa de un termoplástico.

9.- Método según la reivindicación 8, en el que el termoplástico de una parte de cobertura se selecciona del grupo que consiste en polieterimida (PEI), polietersulfona (PES), polifenilsulfona (PPSU) y polisulfona (PSU).

55

10.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el termoplástico de la parte de núcleo es polieterimida (PEI).

60 11.- Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agente de expansión físico es acetona.

12.- Método según la reivindicación 8, en el que al menos una de las partes de cobertura primera y segunda comprende una capa de un termoplástico reforzado con fibras.

65