

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 775**

51 Int. Cl.:

B29C 44/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.03.2014 PCT/EP2014/054522**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14139911**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2014 E 14708557 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 2969451**

54 Título: **Procedimiento de sellado de superficies de un cuerpo de espuma celular**

30 Prioridad:

11.03.2013 GB 201304319

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

12.02.2020

73 Titular/es:

**GURIT (UK) LIMITED (100.0%)
St. Cross Business Park
Newport, Isle of Wight PO30 5WU , GB**

72 Inventor/es:

LAVOIE,, BERNARD

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 741 775 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 sellado de superficies de un cuerpo de espuma celular

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para sellar al menos parcialmente las superficies de un cuerpo de una espuma celular expandida, en particular un cuerpo tal para uso como núcleo de un panel sándwich que comprende capas exteriores de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra.

10 En la técnica de los materiales compuestos estructurales, es muy conocido el uso de una lámina de espuma celular expandida como núcleo de un panel sándwich que comprende capas exteriores de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra. El panel sándwich se fabrica generalmente colocando respectivas capas de fibra en superficies opuestas de la lámina de espuma y luego infundiendo una resina curable en las capas de fibra y contra las superficies opuestas durante una etapa de moldeo por transferencia de resina asistida por vacío. A continuación, la resina se cura para formar el panel sándwich.

15 Existe una necesidad de proporcionar una unión adhesiva fuerte entre las capas de resina curada y el núcleo, de modo que haya una alta resistencia al pelado entre la resina curada y el núcleo.

20 También existe la necesidad de minimizar la absorción de resina del núcleo de espuma. Esto añade un peso no deseado al panel sándwich. Las superficies opuestas del núcleo de espuma celular tienden a tener una propensión a absorber la resina curable mediante la absorción de la resina en las superficies opuestas, cuando la resina se infunde contra las superficies durante una etapa de moldeo por transferencia de resina asistida por vacío.

25 También es necesario que el núcleo de espuma del panel sándwich exhiba propiedades mecánicas elevadas, tales como alta resistencia a la compresión y alta resistencia a la cizalladura, con propiedades mecánicas uniformes sobre su área superficial.

En combinación, existe la necesidad de que el panel sándwich exhiba una combinación de propiedades mecánicas y baja absorción de resina.

30 Se conoce el hecho de tratar las superficies de un núcleo de espuma mediante un tratamiento de sellado térmico. Por ejemplo, el documento US-A-2005/0182239 divulga un procedimiento para producir espumas de poli(met)acrilamida moldeadas en las que se aplica calor y presión a la superficie de la espuma para compactar la superficie. De este modo, la espuma compactada en la superficie se sella y se puede usar como núcleo extraíble en componentes compuestos de fibra. Se señala que la espuma compactada en la superficie exhibe una absorción de resina reducida para la misma adhesión cuando se usa como núcleo. Durante la operación de prensado, una prensa se calienta a una temperatura cercana a la temperatura de formación de espuma, la espuma fría se inserta en la prensa calentada, la prensa se cierra para aplicar una presión de contacto, la cual se establece preferiblemente a aproximadamente el 30 % de la resistencia a la compresión de la espuma, las superficies calentadas de la espuma se comprimen mientras que las regiones interiores frías de la espuma no se comprimen y después de alcanzar el espesor final deseado, la prensa y la espuma dentro de la prensa se dejan enfriar mientras la prensa está cerrada, la espuma solo se retira de la prensa una vez que se haya enfriado lo suficiente como para ser dimensionalmente estable tras la extracción. Esta invención divulga que proporciona un núcleo extraíble que evita la adhesión a la superficie del núcleo, mientras que para los paneles sándwich estructurales generalmente se desea tener una fuerte unión adhesiva, que exhiba una alta resistencia al pelado entre el núcleo y el material compuesto laminado del mismo. El documento US-A-3534134 divulga la compresión de una lámina de espuma en dos etapas a diferentes presiones y temperaturas.

50 Los paneles sándwich compuestos de alto rendimiento se han construido tradicionalmente a partir de materiales alveolares y espumas de polímero celular estructural hechas de polímeros de cloruro de polivinilo (PVC) y estireno acrilonitrilo (SAN). El núcleo ligero separa mutuamente los refuerzos estructurales, lo que aumenta la rigidez a la flexión y reduce el peso total de la estructura. Las espumas celulares son más fáciles de procesar que los paneles alveolares y son el material de núcleo preferido cuando se utiliza un procedimiento de infusión de resina al vacío para impregnar refuerzos estructurales de fibra con una matriz de resina para formar un panel sándwich ligero.

55 Actualmente existe la necesidad de espumas estructurales compuestas de poliéster aromático, por ejemplo, tereftalato de polietileno (PET), que exhiban un buen equilibrio entre el coste y las propiedades mecánicas tales como resistencia a la compresión, módulo de compresión, resistencia a la cizalladura y módulo de corte para permitir que las espumas se usen como núcleos en paneles sándwich que comprenden capas exteriores de material compuesto de matriz resina reforzada con fibra. Un inconveniente de las actuales espumas de PET frente a otros núcleos estructurales, como el PVC y el SAN, utilizados para formar paneles sándwich reforzados con fibra, es el aumento de la absorción de resina durante la infusión al vacío y el procesamiento de preimpregnado frente a los núcleos estructurales más caros. La mayor absorción de resina aumenta tanto el coste como el peso del panel final.

65 Con el objetivo de reducir la absorción de resina por parte de un núcleo de tereftalato de polietileno (PET), los solicitantes intentaron aplicar el procedimiento de sellado del documento US-A-2005/0182239, que se limita a

espumas de poli(met)acrilamida, para espumas de tereftalato de polietileno (PET). Sin embargo, se descubrió que cuando el procedimiento del documento US-A-2005/0182239 fue utilizado con espumas de tereftalato de polietileno (PET), aunque se redujo la absorción de resina por parte de las superficies selladas, la resistencia al pelado entre la superficie del núcleo y la resina del material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra se redujo significativamente y cayó por debajo del umbral mínimo requerido por un núcleo en un panel sándwich estructural. Además, se redujeron las propiedades mecánicas de la espuma.

Por consiguiente, a pesar de las enseñanzas específicas del documento US-A-2005/0182239, que se limita a espumas de poli(met)acrilamida, existe la necesidad en la técnica de un procedimiento de tratamiento de espumas de tereftalato de polietileno (PET) que permita reducir la absorción de resina por parte de las superficies de espuma cuando la espuma se usa como núcleo, al tiempo que proporcione altas propiedades mecánicas de la espuma y una alta resistencia al pelado entre la superficie del núcleo y la resina de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra unida a la misma mediante la adhesión entre la resina y la superficie de la espuma.

La presente invención tiene como objetivo satisfacer esa necesidad. La presente invención tiene la finalidad de ofrecer un procedimiento para proporcionar espumas de tereftalato de polietileno (PET) que exhiban una baja absorción de resina por parte de las superficies de espuma cuando la espuma se usa como núcleo, al tiempo que prevé altas propiedades mecánicas de la espuma y una alta resistencia al pelado entre la superficie del núcleo y la resina de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra unida a la misma mediante la adhesión entre la resina y la superficie de la espuma.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un procedimiento para sellar al menos parcialmente las superficies de un cuerpo de espuma celular que tiene una resistencia a la compresión inicial, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- (a) proporcionar un cuerpo de una espuma celular que comprende tereftalato de polietileno, teniendo el cuerpo superficies opuestas;
- (b) disponer el cuerpo entre los primeros elementos de presión;
- (c) en una primera etapa de aplicación de presión a una primera temperatura superior a 100 °C, aplicar una primera presión de compresión a las superficies opuestas mediante los primeros elementos de presión, siendo la primera presión de compresión inferior al 10 % de la resistencia a la compresión inicial, donde la primera presión de compresión en la primera etapa de aplicación de presión (c) es de 0,05 a 0,3 MPa;
- (d) disponer el cuerpo prensado entre segundos elementos de presión; y
- (e) en una segunda etapa de aplicación de presión a una segunda temperatura al menos 25 °C inferior a la primera temperatura, aplicar una segunda presión de compresión a las superficies opuestas, siendo la segunda presión de compresión inferior al 15 % de la resistencia a la compresión inicial, donde la segunda presión de compresión en la segunda etapa de aplicación de presión (e) es de 0,09 a 0,4 MPa.

La primera presión de compresión y la segunda presión de compresión pueden ser iguales o diferentes. En algunas realizaciones, la primera presión de compresión representa del 4 al 9 % de la resistencia a la compresión inicial, generalmente del 5 al 8 % de la resistencia a la compresión inicial. En algunas realizaciones, la segunda presión de compresión representa del 4 al 15 % de la resistencia a la compresión inicial, generalmente del 6 al 10 % de la resistencia a la compresión inicial.

En algunas realizaciones, el cuerpo es una lámina que tiene un espesor de hasta 150 mm, generalmente de 15 a 75 mm. En algunas realizaciones, la espuma celular tiene una resistencia a la compresión inicial de 0,6 a 4,0 MPa. En algunas realizaciones, la espuma celular tiene una densidad inicial de 75 a 200 kg/m². La espuma celular puede expandirse o extruirse.

En algunas realizaciones, la segunda temperatura es al menos 50 °C, o al menos 75 °C, o al menos 100 °C, más baja que la primera temperatura. En algunas realizaciones, en la primera etapa de aplicación de presión (c) la primera temperatura está dentro de 10 °C, generalmente dentro de 5 °C, de la temperatura de distorsión térmica de la espuma celular. En algunas realizaciones, en la primera etapa de aplicación de presión (c) la primera temperatura es de 180 a 230 °C, generalmente de 200 a 215 °C.

En algunas realizaciones, la primera etapa de aplicación de presión (c) se lleva a cabo durante un periodo de 5 a 120 segundos, generalmente durante un periodo de 40 a 80 segundos, opcionalmente de aproximadamente 60 segundos.

En algunas realizaciones, en la segunda etapa de aplicación de presión (e) la segunda temperatura es de 15 a 70 °C. En algunas realizaciones, la segunda etapa de aplicación de presión (e) se lleva a cabo hasta que al menos las superficies opuestas alcanzan la misma temperatura que la segunda temperatura. En algunas realizaciones, la segunda etapa de aplicación de presión (e) se lleva a cabo durante un periodo de al menos 30 segundos, opcionalmente al menos 60 segundos.

En algunas realizaciones, la segunda etapa de aplicación de presión (e) comienza no más de 15 segundos, generalmente no más de 10 segundos, por ejemplo, no más de 5 segundos, después de la finalización de la primera etapa de aplicación de presión (c).

5 En algunas realizaciones, antes de la etapa (b) la espuma celular tiene superficies opuestas iniciales que son superficies cortadas. Preferiblemente, antes de la etapa (b), la espuma celular tiene superficies opuestas iniciales que son superficies cortadas y sin lijar. En algunas realizaciones, antes de la etapa (b), la espuma celular tiene una estructura celular sustancialmente uniforme y/o una estructura celular que comprende sustancialmente células cerradas.

10 En algunas realizaciones, la primera etapa de aplicación de presión (c) y la segunda etapa de aplicación de presión (e) sellan las superficies opuestas para reducir la propensión de las superficies a absorber una resina curable por absorción de la resina en las superficies opuestas, la resina se infunde contra las superficies durante una etapa de moldeo por transferencia de resina asistida por vacío. Generalmente, la primera etapa de aplicación de presión (c) y la segunda etapa de aplicación de presión (e) reducen la absorción de resina de las superficies opuestas en una cantidad de 0,6 a 0,8 kg/m² de ambas superficies opuestas. Generalmente, la primera etapa de aplicación de presión (c) y la segunda etapa de aplicación de presión (e) reducen la absorción de resina de las superficies opuestas desde un intervalo de absorción sin sellado de 1,2 a 1,8 kg/m² de ambas superficies opuestas hasta un intervalo de absorción con sellado de 0,3 a 0,9 kg/m² de ambas superficies opuestas. Opcionalmente, la resina es una resina epoxi, una resina de poliéster, una resina de éster de vinilo o una resina fenólica.

De preferencia, el procedimiento se utiliza para producir un núcleo de un panel sándwich que comprende capas exteriores de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra.

25 La presente invención también proporciona un panel sándwich que comprende capas exteriores de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra y un núcleo producido mediante el procedimiento de la invención. A continuación, se describirán, solo a modo de ejemplo, realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 Las Figuras 1 a 3 muestran la relación entre, respectivamente, el % de cambio en el módulo de compresión, la resistencia a la compresión y la absorción de la resina del panel para varias muestras de espuma sellada de acuerdo con el Ejemplo 6 de la invención;

35 Las Figuras 4 a 6 muestran la relación entre, respectivamente, el % de cambio en el módulo de compresión, la resistencia a la compresión y la absorción de la resina del panel para varias muestras de espuma sellada de acuerdo con el Ejemplo 7 de la invención; y

Las Figuras 7 a 9 muestran la relación entre, respectivamente, el % de cambio en el módulo de compresión, la resistencia a la compresión y la absorción de la resina del panel para varias muestras de espuma sellada de acuerdo con el Ejemplo 8 de la invención.

40 La presente invención proporciona un procedimiento para sellar al menos parcialmente las superficies de un cuerpo de espuma celular que comprende tereftalato de polietileno (PET), teniendo la espuma celular una resistencia a la compresión inicial. El PET puede ser un homopolímero o, de manera alternativa, un copolímero con al menos un comonomero, así como otros monómeros de éster conocidos en la técnica por ser copolimerizables con el mismo.

45 En el procedimiento de la realización preferida de la invención, se proporciona un cuerpo de una espuma celular expandida que comprende tereftalato de polietileno. De manera alternativa, la espuma se puede extruir. Preferiblemente, la espuma celular expandida tiene una estructura celular sustancialmente uniforme y/o una estructura celular que comprende sustancialmente células cerradas. La espuma celular expandida tiene una resistencia a la compresión inicial de 0,6 a 4,0 MPa. La espuma celular expandida tiene una densidad inicial de 75 a 50 200 kg/m². El cuerpo tiene forma de lámina, generalmente rectangular en planta y con superficies principales paralelas, que tiene un espesor de hasta 150 mm, generalmente de 15 a 150 mm, más en general de 15 a 75 mm. La lámina presenta superficies principales opuestas, que son superficies cortadas y más preferiblemente también son superficies sin lijar. El corte puede llevarse a cabo utilizando una máquina cortadora de espuma comercial, por ejemplo, incorporando una cuchilla de corte horizontal. De preferencia, la superficie de corte no se lija 55 posteriormente ya que se ha descubierto que una superficie lijada aumenta significativamente la absorción de resina de las superficies de espuma después del procedimiento de sellado tal como se describe a continuación.

60 En el procedimiento de las realizaciones de la invención, la espuma de PET se dispone en un primer molde de prensado en caliente para aplicar una presión de compresión dada a superficies opuestas de la lámina de espuma cortada a una temperatura dada durante un periodo de tiempo determinado. La temperatura de calentamiento es generalmente aproximadamente la temperatura HDT (temperatura de distorsión térmica) de la espuma. Después de la etapa de prensado en caliente, la espuma se transfiere a un molde de prensado en frío para una etapa de prensado en frío, generalmente a una temperatura de 15 a 70 °C, por ejemplo, a temperatura ambiente (15 a 30 °C) para aplicar una presión de compresión dada a las mismas superficies opuestas del bloque de espuma cortado a 65 temperatura ambiente durante un periodo de tiempo determinado. La demora entre la etapa de prensado en caliente

y la etapa de prensado en frío generalmente supera los 5 segundos. El periodo de tiempo de la etapa de prensado en frío puede ser el mismo que el periodo de tiempo de la anterior etapa de prensado en caliente.

5 Por consiguiente, en las realizaciones de la invención, la lámina de espuma está dispuesta entre primeros elementos de presión del molde de prensado en caliente. Luego, en una primera etapa de aplicación de presión a una primera temperatura superior a 100 °C, los primeros elementos de presión aplican una primera presión de compresión a las superficies opuestas, siendo la primera presión de compresión inferior al 10 % de la resistencia de la espuma a la compresión inicial.

10 Después de eso, el cuerpo prensado intermedio se dispone entre los segundos elementos de presión del molde de prensado en frío. Luego, en una segunda etapa de aplicación de presión en frío a una segunda temperatura al menos 25 °C más baja que la primera temperatura, se aplica una segunda presión de compresión a las superficies opuestas, siendo la segunda presión de compresión inferior al 15 % de la resistencia a la compresión inicial. La primera presión de compresión y la segunda presión de compresión pueden ser iguales o diferentes. En algunas realizaciones, la segunda temperatura es al menos 50 °C, o al menos 75 °C, o al menos 100 °C, más baja que la primera temperatura.

20 Normalmente, la primera presión de compresión en caliente representa del 4 al 9 % de la resistencia a la compresión inicial, más generalmente del 5 al 8 % de la resistencia a la compresión inicial. Generalmente, la segunda presión de compresión en frío representa del 4 al 15 % de la resistencia a la compresión inicial, generalmente del 6 al 10 % de la resistencia a la compresión inicial.

25 En la primera etapa de aplicación de presión en caliente (c), la primera temperatura está dentro de 10 °C, generalmente dentro de 5 °C, de la temperatura de distorsión térmica de la espuma celular expandida. Por ejemplo, en la etapa de aplicación de presión en caliente, la temperatura es de 180 a 230 °C, generalmente de 200 a 215 °C. Generalmente, la etapa de aplicación de presión en caliente (c) se lleva a cabo durante un periodo de 5 a 120 segundos, más generalmente durante un periodo de 40 a 80 segundos, por ejemplo, durante aproximadamente 60 segundos. En la etapa de aplicación de presión en caliente (c), la presión de compresión en caliente es de 0,05 a 0,3 MPa.

30 En la segunda etapa de aplicación de presión en frío, la temperatura es generalmente de 15 a 30 °C. La etapa de aplicación de presión en frío (e) se lleva a cabo preferiblemente hasta que al menos las superficies opuestas alcancen la misma temperatura que la temperatura de los elementos de prensado en caliente. La etapa de aplicación de presión en frío (e) se lleva a cabo generalmente durante un periodo de al menos 30 segundos, opcionalmente durante al menos 60 segundos. En la etapa de aplicación de presión en frío, la presión de compresión en frío es de 0,09 a 0,4 MPa.

35 Preferentemente, la etapa de aplicación de presión en frío comienza no más de 15 segundos, generalmente no más de 10 segundos, por ejemplo, no más de 5 segundos, después de la finalización de la etapa de aplicación de presión en caliente. Esto proporciona sustancialmente un efecto de enfriamiento rápido de la superficie calentada de la superficie de espuma prensada en la fase preliminar de prensado en caliente del procedimiento.

40 En algunas realizaciones, la etapa de aplicación de presión en caliente y la subsiguiente etapa de aplicación de presión en frío sellan las superficies opuestas para reducir la propensión de las superficies a absorber una resina curable por absorción de la resina en las superficies opuestas cuando la resina se infunde contra las superficies durante una etapa de moldeo por transferencia de resina asistida por vacío. Generalmente, la primera etapa de aplicación de presión y la segunda etapa de aplicación de presión reducen la absorción de resina de las superficies opuestas desde un intervalo de absorción sin sellado de 1,2 a 1,8 kg/m² de ambas superficies opuestas hasta un intervalo de absorción con sellado de 0,3 a 0,9 kg/m² de ambas superficies opuestas. Opcionalmente, la resina es una resina epoxídica, una resina de poliéster o una resina de éster de vinilo.

El procedimiento resulta particularmente adecuado para producir un núcleo de un panel sándwich que comprende capas exteriores de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra.

55 La presente invención también proporciona un panel sándwich que comprende capas exteriores de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra y un núcleo producido mediante el procedimiento de la invención.

Se describen aspectos adicionales de la invención con referencia a los siguientes Ejemplos no limitantes.

60 **Ejemplos 1 a 5**

65 En cada uno de los ejemplos se proporcionó una espuma de PET de una densidad dada. Las superficies opuestas de la espuma se cortaron para formar una lámina rectangular de espuma. El corte se realizó para lograr el acabado superficial inicial utilizando una máquina cortadora de espuma comercial, que incorpora una cuchilla de corte horizontal disponible comercialmente. La superficie de corte no se lijó posteriormente ya que se ha descubierto que

una superficie lijada aumenta significativamente la absorción de resina de las superficies de espuma después del procedimiento de sellado tal como se describe a continuación. Las láminas tenían un espesor de 15 a 150 mm.

5 El procedimiento de sellado empleó un molde de prensado en caliente para aplicar una presión de compresión dada a superficies opuestas de la lámina de espuma cortada a una temperatura dada durante un periodo de tiempo dado. La temperatura de calentamiento era aproximadamente la temperatura HDT (temperatura de distorsión térmica) de la espuma. El tiempo de calentamiento fue de 60 segundos, a fin de que fuera más rápido que el tiempo del ciclo de la máquina recortadora para simular una línea de producción comercial eficiente. Después de la etapa de prensado en caliente, la espuma se transfirió a un molde de prensado en frío para una etapa de prensado en frío, a temperatura ambiente (15 a 30 °C) para aplicar una presión de compresión dada a las mismas superficies opuestas del bloque de espuma cortado a temperatura ambiente durante un periodo de tiempo dado. La demora entre la etapa de prensado en caliente y la etapa de prensado en frío no fue más de 5 segundos. En los Ejemplos, el periodo de tiempo de la etapa de prensado en frío fue el mismo que el periodo de tiempo de la anterior etapa de prensado en caliente, ambos de 60 segundos.

15 En el Ejemplo 1, la espuma de PET tenía una densidad de aproximadamente 90 kg/m², en el Ejemplo 2 la espuma de PET tenía una densidad de aproximadamente 100 kg/m², en el Ejemplo 3 la espuma de PET tenía una densidad de aproximadamente 110 kg/m², en el Ejemplo 4 la espuma de PET tenía una densidad de aproximadamente 135 kg/m² y en el Ejemplo 5 la espuma de PET tenía una densidad de aproximadamente 200 kg/m².

20 Las propiedades de espuma iniciales y los parámetros de procedimiento empleados para prensar y sellar las muestras de espuma de los Ejemplos 1 a 5 se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

	Resistencia de la espuma a la compresión inicial (FCS) MPa	Temperatura de prensado en caliente °C	Presión de prensado en caliente MPa	% FCS Presión en caliente	Presión de prensado en frío MPa	% FCS Presión en frío
Ejemplo1	1,27	205	0,100	7,9 %	0,135	10,7 %
Ejemplo 2	1,49	210	0,100	6,7 %	0,093	6,3 %
Ejemplo 3	1,71	210	0,100	5,9 %	0,181	10,6 %
Ejemplo 4	2,17	215	0,100	4,6 %	0,181	8,4 %
Ejemplo 5	3,56	215	0,200	5,6 %	0,400	11,2 %

25 En los Ejemplos 1 a 5, la absorción de resina por el panel de espuma se determinó tanto antes como después del procedimiento de prensado y los resultados se muestran en la Tabla 2. La absorción de resina se midió simulando un procedimiento de moldeo por transferencia de resina asistido por vacío empleando una resina epoxídica con la resina infundida contra las superficies opuestas del núcleo de espuma. El peso de la resina absorbida por el núcleo de espuma se midió y calculó para proporcionar un peso de resina por unidad de área del panel, es decir, la resina absorbida por ambas superficies del panel.

Tabla 2

	Absorción de resina del panel sin sellado kg/m ²	Absorción de resina del panel con sellado kg/m ²
Ejemplo 1	1,58 - 1,78	0,6 - 0,8
Ejemplo 2	1,4 - 1,6	0,6 - 0,8
Ejemplo 3	1,4 - 1,6	0,6 - 0,8
Ejemplo 4	1,31 - 1,41	0,6 - 0,8
Ejemplo 5	1,28 - 1,30	0,6 - 0,8

35 Los Ejemplos 1 a 5 muestran que el uso del procedimiento de prensado en caliente/prensado en frío de la invención con láminas de espuma de PET de densidad variable reduce significativamente la absorción de resina por parte de las superficies selladas de la lámina de espuma en comparación con las superficies iniciales no selladas.

40 Además, se descubrió que la resistencia al pelado de la resina epoxídica contra las superficies de espuma no se había reducido para las superficies selladas en comparación con las superficies iniciales no selladas.

Además, el procedimiento de sellado no redujo significativamente las otras propiedades mecánicas de la espuma, tales como la resistencia a la compresión y el módulo de compresión y la resistencia a la cizalladura y el módulo de corte.

Ejemplo 6

En el Ejemplo 6, se proporcionó una espuma de PET de una densidad de 113 a 118 kg/m² y se cortó para formar una pluralidad de láminas de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5.

El procedimiento de sellado utilizó un molde de prensado en caliente y un molde de prensado en frío de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5. El molde de prensado en caliente estaba a una temperatura de 220 °C y aplicó una presión de compresión de 0,1 Mpa, correspondiente al 6 % de la resistencia a la compresión de la espuma inicial que constituyó un valor promedio de 1,71 Mpa. El periodo de tiempo de prensado en caliente fue de 60 segundos.

En el molde de prensado en frío, llevado a cabo a temperatura ambiente como se describe anteriormente para los Ejemplos 1 a 5, se aplicaron varias presiones de compresión en diferentes muestras para evaluar el efecto de diferentes presiones de compresión durante la fase fría del ciclo. Las diversas presiones de compresión en frío seleccionadas fueron las que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

	Presión de prensado en frío MPa	% Resistencia de la espuma a la compresión inicial (FCS) - Presión en frío
Muestra 1	0,45	26 %
Muestra 2	0,40	23 %
Muestra 3	0,35	20 %
Muestra 4	0,30	18 %
Muestra 5	0,25	15 %
Muestra 6	0,20	12 %

Para cada una de las Muestras 1 a 6, se midió el % de cambio en el (i) módulo de compresión, (ii) la resistencia a la compresión y (iii) la absorción de resina del panel de la espuma sellada final en comparación con las correspondientes propiedades de la espuma inicial sin sellado y los resultados se muestran en las Figuras 1 a 3.

La Figura 1 ilustra el % de cambio en el módulo de compresión y la Figura 2 ilustra el % de cambio en la resistencia a la compresión. Se puede ver acumulativamente a partir de estas Figuras 1 y 2 que, usando los parámetros particulares de densidad de espuma y prensado en caliente de este Ejemplo, solo hubo una pequeña reducción, o incluso una ganancia, en las propiedades de compresión de la espuma sellada final si la presión en frío no era mayor que aproximadamente el 15 % de la resistencia a la compresión de la espuma sin sellado.

La Figura 3 ilustra el % de cambio en la absorción de resina del panel. Se puede ver en la Figura 3 que, usando los parámetros particulares de densidad de espuma y prensado en caliente de este Ejemplo, hubo una reducción generalmente buena en las propiedades de absorción de resina del panel de la espuma sellada final usando las diversas presiones en frío y una mayor reducción a la presión en frío más baja.

Ejemplo 7

En el Ejemplo 6, similar al Ejemplo 6, se proporcionó una espuma de PET de una densidad de 90 a 92 kg/m² y se cortó para formar una pluralidad de láminas de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5.

El procedimiento de sellado empleó un molde de prensado en caliente y un molde de prensado en frío de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5. El molde de prensado en caliente estaba a una temperatura de 220 °C y aplicó una presión de compresión de 0,1 Mpa, correspondiente al 8 % de la resistencia a la compresión de la espuma inicial que constituyó un valor promedio de 1,27 Mpa. El periodo de tiempo de prensado en caliente fue de 60 segundos.

En el molde de prensado en frío, llevado a cabo a temperatura ambiente como se describe anteriormente para los Ejemplos 1 a 5, se aplicaron varias presiones de compresión en diferentes muestras para evaluar el efecto de diferentes presiones de compresión durante la fase fría del ciclo. Las diversas presiones de compresión en frío seleccionadas fueron las que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 4

	Presión de prensado en frío MPa	% Resistencia de la espuma a la compresión inicial (FCS) - Presión en frío
Muestra 7	0,2	20 %

(continuación)

	Presión de prensado en frío MPa	% Resistencia de la espuma a la compresión inicial (FCS) - Presión en frío
Muestra 8	0,15	15 %
Muestra 9	0,1	10 %

5 Para cada una de las Muestras 7 a 9, se midió el % de cambio en el (i) módulo de compresión, (ii) la resistencia a la compresión y (iii) la absorción de resina del panel de la espuma sellada final en comparación con las correspondientes propiedades de la espuma inicial sin sellado y los resultados se muestran en las Figuras 4 a 6.

10 La Figura 4 ilustra el % de cambio en el módulo de compresión y la Figura 5 ilustra el % de cambio en la resistencia a la compresión. Se puede ver acumulativamente a partir de estas Figuras 4 y 5 que, usando los parámetros particulares de densidad de espuma y prensado en caliente de este Ejemplo, solo hubo una pequeña reducción, o incluso una ganancia, en las propiedades de compresión de la espuma sellada final si la presión en frío era de hasta aproximadamente el 15 % de la resistencia a la compresión de la espuma sin sellado.

15 La Figura 6 ilustra el % de cambio en la absorción de resina del panel. Se puede ver en la Figura 6 que, usando los parámetros particulares de densidad de espuma y prensado en caliente de este Ejemplo, hubo una reducción generalmente buena en las propiedades de absorción de resina del panel de la espuma sellada final usando las diversas presiones en frío.

Ejemplo 8

20 En el Ejemplo 8, similar al Ejemplo 7, se proporcionó una espuma de PET de una densidad de 90 a 92 kg/m² y se cortó para formar una pluralidad de láminas de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5.

25 El procedimiento de sellado empleó un molde de prensado en caliente y un molde de prensado en frío de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5. El molde de prensado en caliente estaba a una temperatura de 220 °C y aplicó diferentes presiones de compresión a diferentes muestras de espuma. Se aplicaron diferentes presiones de compresión en diferentes muestras para evaluar el efecto de diferentes presiones de compresión durante la fase caliente del ciclo. La Muestra 10 se sometió a una presión de compresión de 0,2 Mpa, correspondiente al 16 % de la resistencia a la compresión de la espuma inicial, que constituyó un valor promedio de 1,27 Mpa, mientras que la Muestra 11 se sometió a una presión de compresión de 0,1 Mpa, correspondiente al 8 % de la resistencia a la compresión de la espuma inicial. El periodo de tiempo de prensado en caliente fue de 60 segundos. Las diversas presiones de compresión en frío seleccionadas fueron las que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

	Presión de prensado en caliente MPa	% Resistencia de la espuma a la compresión inicial (FCS) - Presión en caliente
Muestra 10	0,2	16 %
Muestra 11	0,1	8 %

35 En el molde de prensado en frío, llevado a cabo a temperatura ambiente como se describe anteriormente para los Ejemplos 1 a 5, las Muestras 10 y 11 se sometieron a la misma presión de compresión de 0,1 Mpa, correspondiente al 8 % de la resistencia a la compresión de la espuma inicial.

40 Para cada una de las Muestras 10 y 11, se midió el % de cambio en el (i) módulo de compresión, (ii) la resistencia a la compresión y (iii) la absorción de resina del panel de la espuma sellada final en comparación con el correspondiente propiedades de la espuma inicial sin sellado y los resultados se muestran en las Figuras 7 a 9.

45 La Figura 7 ilustra el % de cambio en el módulo de compresión y la Figura 8 ilustra el % de cambio en la resistencia a la compresión. Se puede ver acumulativamente a partir de estas Figuras 7 y 8 que, usando los parámetros particulares de la densidad de espuma y de prensado en frío de este Ejemplo, solo hubo una pequeña reducción, o incluso una ganancia, en las propiedades de compresión de la espuma sellada final si la presión en frío era inferior a aproximadamente el 10 % de la resistencia a la compresión de la espuma sin sellado.

50 La Figura 9 ilustra el % de cambio en la absorción de resina del panel. Puede verse en la Figura 9 que, usando la densidad de espuma particular y los parámetros de prensado en frío de este Ejemplo, hubo una reducción generalmente buena de las propiedades de absorción de resina del panel de la espuma sellada final usando las diversas presiones en caliente, y una mayor reducción a la presión en caliente más baja.

En resumen, los diversos Ejemplos muestran que para un intervalo de densidades de espuma de PET se puede lograr la combinación de buenas propiedades mecánicas y reducción de la absorción de resina cuando la presión en caliente es inferior a aproximadamente el 10 % de la resistencia a la compresión de la espuma sin sellado y la posterior presión en frío es inferior a aproximadamente el 15 % de la resistencia a la compresión de la espuma sin sellado.

Ejemplo 9

En el Ejemplo 9, se proporcionó una espuma de PET de una densidad de aproximadamente 110 kg/m² y se cortó para formar una pluralidad de láminas de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5.

El procedimiento de sellado empleó un molde de prensado en caliente y un molde de prensado en frío de la manera descrita anteriormente para los Ejemplos 1 a 5. El molde de prensado en caliente estaba a una temperatura de 220 °C y aplicó una presión de compresión durante la fase caliente del ciclo que fue de 0,1 a 0,25 Mpa, correspondiente al intervalo del 6 a 15 % de la resistencia a la compresión de la espuma inicial, que constituyó un valor promedio de 1,71 Mpa. El periodo de tiempo de prensado en caliente fue de 10 a 120 segundos.

En el molde de prensado en frío, llevado a cabo a temperatura ambiente como se describe anteriormente para los Ejemplos 1 a 5, la presión de compresión durante la fase fría del ciclo fue de 0,1 a 0,25 Mpa, que corresponde al intervalo del 6 a 15 % de la resistencia a la compresión de la espuma inicial.

Se trató un total de 15 muestras de espuma y se probó cada una de las láminas de espuma selladas resultantes para determinar una relación entre la resistencia al pelado y la absorción de la resina del panel. Se determinó el resultado promedio de las 15 muestras y se designa como Muestra 12. Los resultados se muestran en la Tabla 6, que también incluye los valores correspondientes de estos parámetros para una muestra de espuma inicial sin sellado, designada como Muestra 13, de la misma espuma, pero una muestra inicial de espuma sin sellado.

Tabla 6

	Resistencia al pelado N	Absorción de la resina del panel kg/m ²
Muestra 12	310	0,645
Muestra 13	298	1,370

Se puede ver que el procedimiento de sellado de la presente realización de la invención redujo significativamente la absorción de resina por parte del panel de espuma sin disminuir significativamente la resistencia al pelado de la superficie de la espuma, e incluso la resistencia al pelado aumentó mediante el procedimiento de sellado.

Esta combinación de parámetros, baja absorción de resina y alta resistencia al pelado, otorgan a la lámina tratada excelentes propiedades requeridas cuando la espuma se va a usar como núcleo laminado de fibra-resina, y sin comprometer otras propiedades mecánicas, tales como las propiedades de compresión y cizalladura, de la espuma como resultado de llevar a cabo el procedimiento de sellado en la espuma.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para sellar al menos parcialmente las superficies de un cuerpo de espuma celular que posee una resistencia a la compresión inicial, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5 (a) proporcionar un cuerpo de una espuma celular que comprende tereftalato de polietileno, estando el cuerpo provisto de superficies opuestas;
- (b) disponer el cuerpo entre los primeros elementos de presión;
- 10 (c) en una primera etapa de aplicación de presión a una primera temperatura superior a 100 °C, aplicar una primera presión de compresión a las superficies opuestas por los primeros elementos de presión, siendo la primera presión de compresión inferior al 10 % de la resistencia a la compresión inicial, donde la primera presión de compresión en la primera etapa de aplicación de presión (c) es de 0,05 a 0,3 MPa;
- (d) disponer el cuerpo prensado entre segundos elementos de presión; y
- 15 (e) en una segunda etapa de aplicación de presión a una segunda temperatura al menos 25 °C más baja que la primera temperatura, aplicar una segunda presión de compresión a las superficies opuestas, siendo la segunda presión de compresión inferior al 15 % de la resistencia a la compresión inicial, donde la segunda presión de compresión en la segunda etapa de aplicación de presión (e) es de 0,09 a 0,4 MPa.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, donde:
- 20 i) la primera presión de compresión representa del 4 al 9 % de la resistencia a la compresión inicial, opcionalmente donde la primera presión de compresión representa del 5 al 8 % de la resistencia de compresión inicial; y/o
- 25 ii) la segunda presión de compresión representa del 4 al 15 % de la resistencia a la compresión inicial, opcionalmente donde la segunda presión de compresión representa del 6 al 10 % de la resistencia de compresión inicial; y/o
- iii) el cuerpo es una lámina que tiene un espesor de hasta 150 mm, opcionalmente donde la lámina tiene un espesor de 15 a 150 mm, más opcionalmente de 15 a 75 mm; y/o
- 30 iv) la espuma celular tiene una resistencia a la compresión inicial de 0,6 a 4,0 MPa; y/o
- v) la espuma celular tiene una densidad inicial de 75 a 200 kg/m²; y/o
- vi) la segunda temperatura es al menos 50 °C, o al menos 75 °C, o al menos 100 °C, más baja que la primera temperatura.
3. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde en la primera etapa de aplicación de presión (c):
- 35 i) la primera temperatura está dentro de los 10 °C de la temperatura de distorsión térmica de la espuma celular expandida, opcionalmente dentro de los 5 °C de la temperatura de distorsión térmica de la espuma celular expandida; y/o
- 40 ii) la primera temperatura es de 180 a 230 °C, opcionalmente de 200 a 215 °C.
4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde la primera etapa de aplicación de presión (c) se lleva a cabo durante un periodo de 5 a 120 segundos, opcionalmente de 40 a 80 segundos, más opcionalmente durante aproximadamente 60 segundos.
- 45 5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde en la segunda etapa de aplicación de presión (e) la segunda temperatura es de 15 a 70 °C.
6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde la segunda etapa de aplicación de presión (e) se lleva a cabo:
- 50 i) hasta que al menos las superficies opuestas alcancen la misma temperatura que la segunda temperatura; y/o
- ii) durante un periodo de al menos 30 segundos, opcionalmente durante al menos 60 segundos.
- 55 7. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde la segunda etapa de aplicación de presión (e) comienza no más de 15 segundos después de la finalización de la primera etapa de aplicación de presión (c), opcionalmente no más de 10 segundos después, más opcionalmente no más de 5 segundos después de la finalización de la primera etapa de aplicación de presión (c).
- 60 8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde antes de la etapa (b):
- i) la espuma celular tiene superficies opuestas iniciales que son superficies cortadas, opcionalmente donde antes de la etapa (b) la espuma celular tiene superficies opuestas iniciales que están cortadas y sin lijar; y/o
- 65 ii) la espuma celular tiene una estructura celular sustancialmente uniforme; y/o
- iii) la espuma celular tiene una estructura celular que comprende sustancialmente células cerradas.

9. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, donde la primera etapa de aplicación de presión (c) y la segunda etapa de aplicación de presión (e) sellan las superficies opuestas para reducir la propensión de las superficies a absorber una resina curable por absorción de la resina en las superficies opuestas, donde la resina es una resina epoxi, una resina de poliéster, una resina fenólica o una resina de éster de vinilo, la resina se infunde contra las superficies durante una etapa de moldeo por transferencia de resina asistida por vacío y opcionalmente donde la primera etapa de aplicación de presión (c) y la segunda etapa de aplicación de presión (e) reducen la absorción de resina de las superficies opuestas en una cantidad de 0,6 a 0,8 kg/m² de ambas superficies opuestas.
- 5
- 10 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, donde la primera etapa de aplicación de presión (c) y la segunda etapa de aplicación de presión (e) reducen la absorción de resina de las superficies opuestas desde un intervalo de absorción sin sellado de 1,2 a 1,8 kg/m² de ambas superficies opuestas hasta un intervalo de absorción con sellado de 0,3 a 0,9 kg/m² de ambas superficies opuestas.
- 15
11. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las anteriores reivindicaciones para producir un núcleo de un panel sándwich que comprende capas exteriores de un material compuesto de matriz de resina reforzada con fibra.

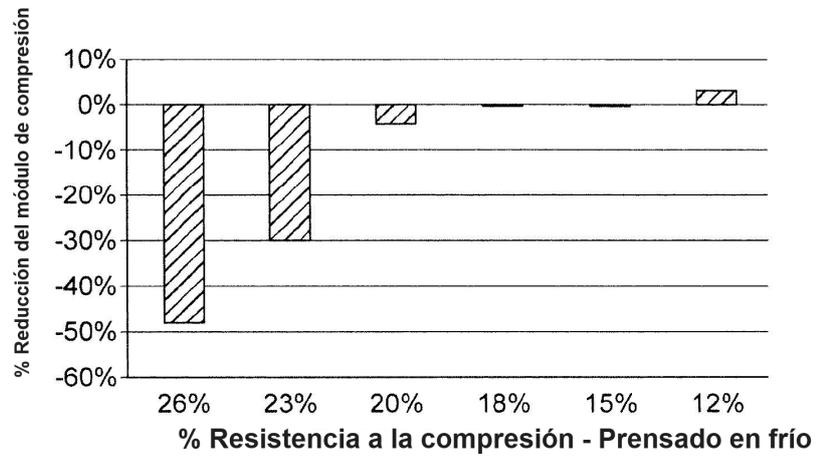


FIG. 1

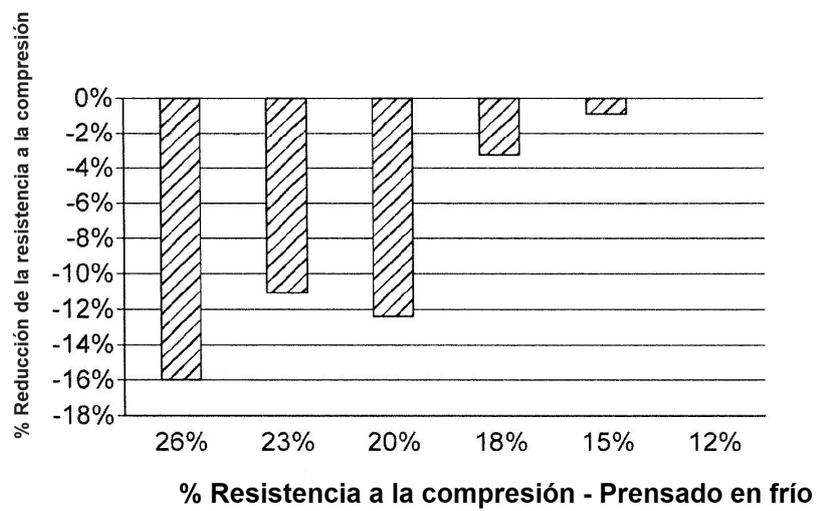


FIG. 2

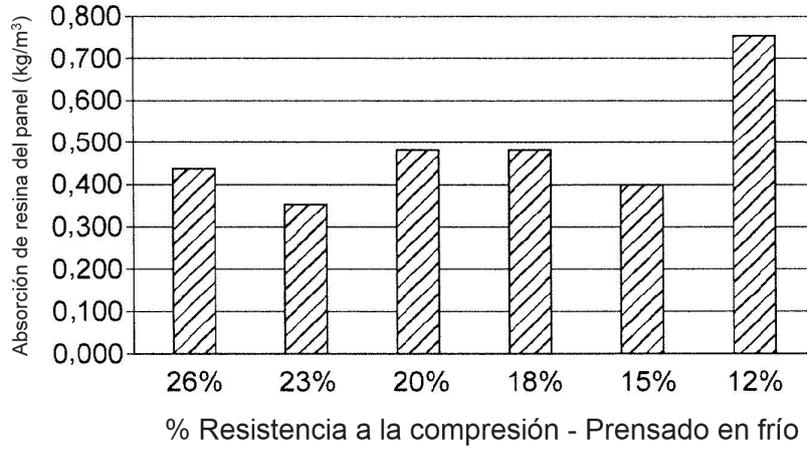


FIG. 3

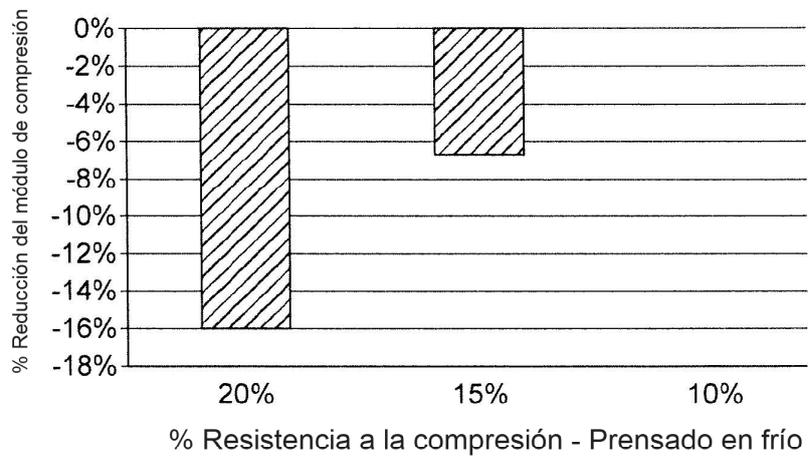


FIG. 4

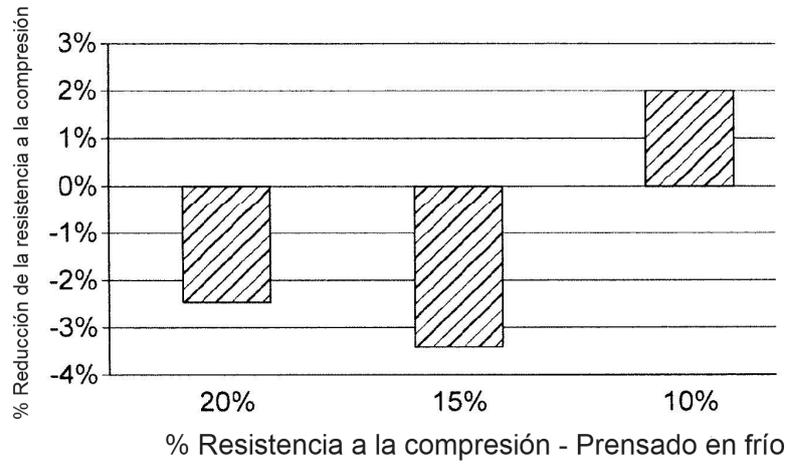


FIG. 5

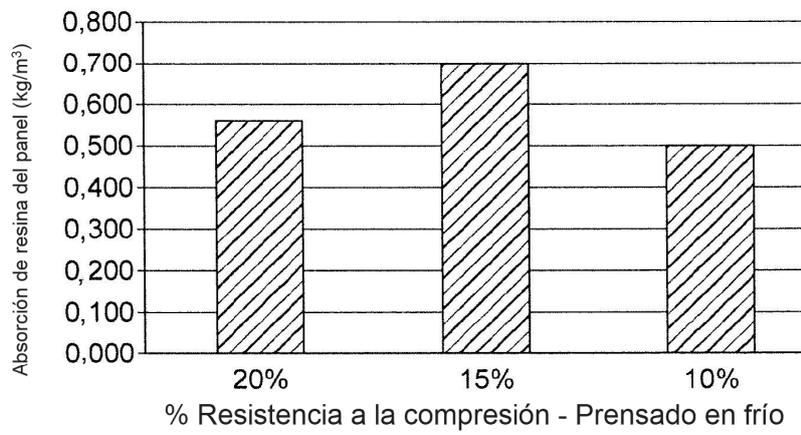


FIG. 6

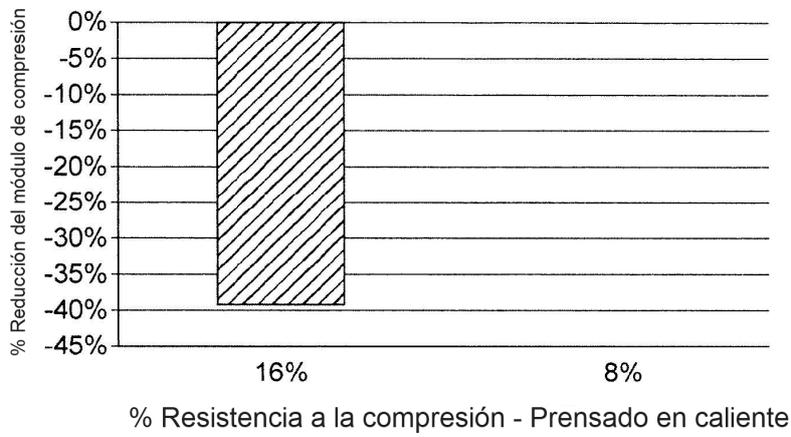


FIG. 7

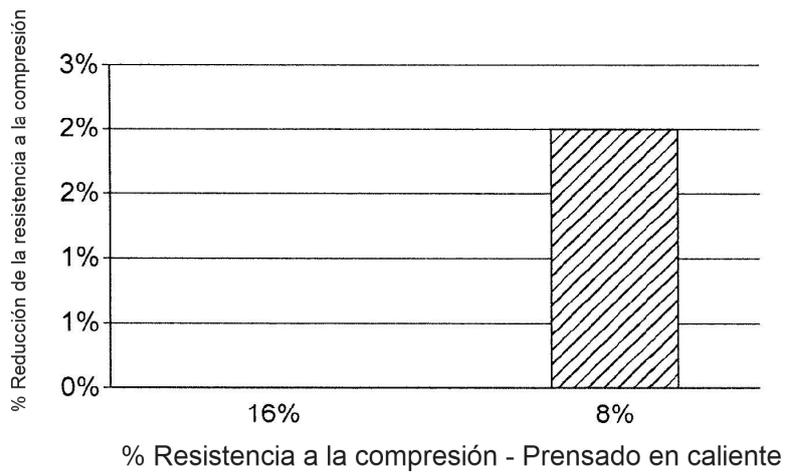


FIG. 8

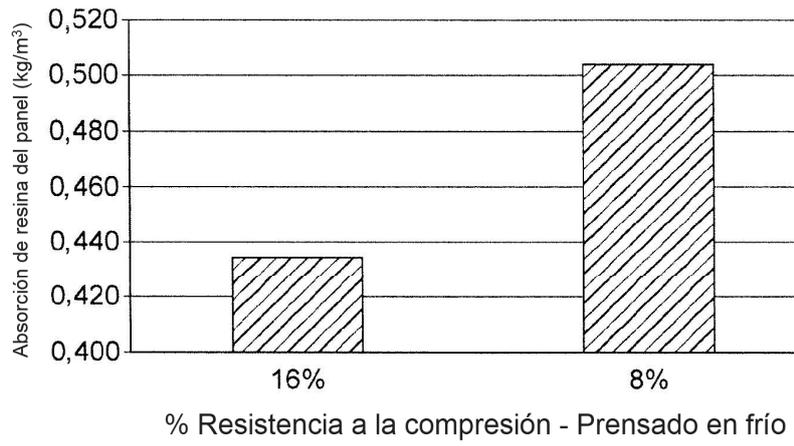


FIG. 9