

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 741**

51 Int. Cl.:

**B29C 37/00** (2006.01)

**C08J 5/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2008 E 08017243 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2012 EP 2168745**

54 Título: **Material semi-impregnado con una película de resina de superficie potenciadora y mejoradora de las propiedades del mismo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.02.2013**

73 Titular/es:

**HEXCEL COMPOSITES, LTD. (100.0%)  
13 CROMWELL ROAD SAFFRON WALDEN  
ESSEX CB11 4AX, GB**

72 Inventor/es:

**WHITER, MARK**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 395 741 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

Material semi-impregnado con una película de resina de superficie potenciadora y mejoradora de las propiedades del mismo

**1. Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere, en general, a materiales semi-impregnados y a materiales compuestos de estructura relacionada. Los materiales compuestos están típicamente fabricados de materiales preimpregnados o semi-impregnados que se forman situando diferentes capas de dicho material una sobre la otra y polimerizando la resina preferentemente elevando la temperatura. Cuando se forman estructuras más grandes, las capas individuales del material de fibras preimpregnadas deben situarse una capa sobre la otra y el aire que queda atrapado entre las  
10 capas ha de retirarse aplicando vacío. Dado que las burbujas de aire que quedan en el material compuesto crean vacíos en el laminado curado, y dado que tales áreas debilitan la estabilidad mecánica del material compuesto, el material compuesto se evacúa preferentemente en un dispositivo específico antes de que tenga lugar la polimerización.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

15 La solicitud de patente europea 1 128 958 describe materiales de moldeo que se forman por un pre-impregnado que comprende una capa de tejidos en ambas caras de la capa de resina central. Las superficies externas del preimpregnado deben estar libres de resina y secas al tacto.

Dado que la resina de la capa central tiende a moverse a través de las fibras de las capas fibrosas principalmente debido a flujo frío, las superficies externas de las capas de fibras llegan a ser más y más resinosas dependiendo del  
20 tiempo y de las condiciones de almacenaje, en particular de la temperatura. Por lo tanto dichas capas fibrosas llegan a impregnarse con resina y llegan a ser más y más adherentes.

El material semi-impregnado se produce usualmente proporcionando primero una capa de resina central en la que el grosor se ajusta frecuentemente con una cuchilla de racla que se reviste subsiguientemente en una o ambas caras con material de tejido. Las láminas semi-impregnadas se cortan en el formato deseado y se terminan en rollos. El material semi-impregnado se almacena en forma de rollos enviados al cliente y se usa para formar material compuesto situando las láminas del material semi-impregnado una sobre la otra. El aire residual entre las láminas del material semi-impregnado se retira por un dispositivo adecuado (por ejemplo, aspirador) y la resina se polimeriza preferentemente elevando la temperatura con el fin de iniciar la polimerización.  
25

Durante el almacenamiento, la resina de la capa de resina se conduce por fuerzas capilares sobre las fibras de tejido a través de las fibras de las capas de tejido. Consecuentemente dichas capas de tejido contienen más resina dependiendo del tiempo de almacenamiento y dichas capas de tejido llegan a ser más y más pegajosas. Tales áreas pegajosas dan como resultado una adhesión indeseada de las capas semi-impregnadas. Con el fin de permitir una separación apropiada de las capas cuando el material semi-impregnado enrollado está sin terminar se puede proporcionar una capa intermedia de material (intercalado). Tal material tiene una superficie no pegajosa y debe eliminarse en el curso del procesamiento. Los materiales intercalados adecuados incluyen polipropileno, por  
30 ejemplo, 100 micrómetros, lámina estampada 124 disponible de Huhtamaki, Forchheim, Alemania.

Esto da como resultado, sin embargo, que en ocasiones la capa intermedia (intercalada) se pega a la superficie externa del tejido que contiene resina sobre su superficie externa y causa pegajosidad entre la capa de fibras y el material intermedio. Si no está presente ningún intercalado y el semi-impregnado de los rollos de almacenaje está sin terminar, puede pasar que las capas fibrosas que tienen alguna resina sobre sus superficies se peguen unas a otras o al intercalado. Implementando el material de fibras semi-impregnado sin ninguna capa intermedia este puede pegarse tan estrechamente de forma conjunta que la estructura de las fibras se altera en el curso del desenrollado e incluso piezas pequeñas de fibra y/o resina pueden adherirse al lugar del pre-impregnado que estaba en contacto con la capa intermedia durante el tiempo de almacenaje. El pegado conjunto de las dos capas semi-impregnadas puede por lo tanto dar como resultado una irregularidad del material semi-impregnado no enrollado que da como resultado defectos o áreas sucias de la superficie o interrupción de las fibras del material compuesto. Además, algunas veces las piezas de material intermedio se arrancan durante el enrollado del semi-impregnado y se adhieren al semi-impregnado (más que apartarse limpiamente con el resto de material intercalado). En el material compuesto curado, estas piezas de material intermedio pueden causar defectos de superficie y requerir remedio que consuma  
40 tiempo o una reducción en propiedades mecánicas lo que vuelve por lo tanto el componente curado no utilizable y necesitan eliminarse.

El problema de la irregularidad de la superficie del material compuesto se multiplica con cada lámina adicional del semi-impregnado establecido sobre el material compuesto y quizá incluso no se resuelve satisfactoriamente por una intercapa entre el preimpregnado durante el almacenaje. Una desventaja adicional de esta disolución es que el material intermedio que se requiere solamente durante las etapas de almacenaje y transporte se ha eliminado después de producción lo que causa costes y desecho adicionales.  
55

### 3. Sumario de la invención

El término "preimpregnado" es un término de la técnica usado en el campo del material compuesto para reforzamientos fibrosos (por ejemplo, fibras unidireccionales, esteras, tejido, material no tejido o fibra para hilar) que se ha preimpregnado con resina y que está listo para la curación final.

- 5 Como un subgrupo de la técnica de los preimpregnados, durante los últimos varios años ha llegado a estar disponible una técnica en el área de los "semi-impregnados", es decir, refuerzos fibrosos que no están totalmente impregnados con la resina unida a ellos. Representativos de la técnica de semi-impregnado son los documentos EP 1 144 190, EP 0 960 155 o US 4 228 113.

10 Los principios básicos de esta tecnología y de los procedimientos relevantes se describen en "Manufacturing of Polymer Composites" por B.T. Aström, Publ. Chapman & Hall, ISBN 0-412-81960-0.

15 El material semi-impregnado de la presente invención utiliza una lámina de reforzamiento fibroso que tiene una proporción sustancial de sus fibras no impregnada con resina lo que mejora la transpirabilidad del aire cuando un componente de compuesto se fabrica a partir del material semi-impregnado de la presente invención. El término "capa de refuerzos fibrosos" comprende todos los tipos de materiales de fibras usables en el campo, preferentemente haces de fibras cosidas conjuntamente y también diseñadas como capas de tejido.

El material semi-impregnado se adapta para usar en capas múltiples y comprende una primera placa de resina, que está revestida en ambas caras por una capa de tejido por lo que al menos una de las dos capas de tejido está revestida con una segunda capa de resina, en la que dicha capa de resina tiene un nivel de adherencia de no más de 15 N.

20 La primera capa de resina está revestida en ambas caras con una capa de tejido y está presente en una cantidad que varía desde aproximadamente 100 hasta 800 g/m<sup>2</sup> (gramos por metro cuadrado), preferentemente en una cantidad de 300 a 650 g/m<sup>2</sup> (gramos por metro cuadrado) y más preferida 450 a 600 g/m<sup>2</sup> (gramos por metro cuadrado). La resina es resina termoestable adecuada para material compuesto y está seleccionada preferentemente del grupo que comprende resinas de formaldehído de fenol, epoxi, de poliéster, de viniléster, de poliimida, de éster de cianato, resinas fenólicas y de bismaleimida y mezclas de las mismas.

25 En principio la resina termoestable puede ser cualquier resina reticulable, lo que quiere decir sistema de resinas curable o preparable como una resina fenólica, una resina de melamina, una resina epoxi o resina alquídica.

30 El componente de resinas fenólicas de la capa central de resina puede comprender productos de condensación conocidos de fenol y derivados de fenol con formaldehído. Los derivados de fenol adecuados son en particular fenoles sustituidos, en particular fenoles alquilsustituidos tales como cresoles, xilenoles y otros alquilfenoles tales como p-terc-butilfenol, octilfenol y nonilfenol, pero también arilfenoles, tales como fenilfenol, naftoles y fenoles 2-hídricos tales como resorcinol y bisfenol-A. Las resinas fenólicas para los fines de la presente invención incluyen no solamente los productos de condensación de los compuestos individuales mencionados sino también los productos de condensación o mezclas de los fenoles anteriormente mencionados y de los derivados de fenol con formaldehído.

35 Si los compuestos individuales son para usarse para preparar las resinas fenólicas, debe tenerse en cuenta que deben ser al menos el triple de funcionales para el formaldehído. Para optimizar propiedades particulares las resinas fenólicas mencionadas pueden haberse modificado también en una manera convencional con adiciones de compuestos naturales o sintéticos insaturados, por ejemplo aceite de tung, colofonia o estireno. Se da particular preferencia a productos de condensación de formaldehído con fenol en sí mismo y a mezclas de fenol con cantidades menores de los derivados de fenol mencionados, en particular los fenoles sustituidos con alquilo mencionados.

40 Las resinas epoxi adecuadas incluyen éteres diglicidilo de bisfenol A, éteres diglicidilo de bisfenol F, resinas de epoxi novolac y éteres de N-glicidilo, ésteres de glicidilo, éteres de glicidilo alifáticos y cicloalifáticos, éteres de glicidilo de aminofenoles, éteres de glicidilo de cualesquiera fenoles sustituidos, monómeros que contienen grupos acrilato y metacrilato (tales como metacrilatos de glicidilo, acrilatos epoxi e hidroxiacrilatos) y mezclas de los mismos.

En las realizaciones preferidas los monómeros como se describen anteriormente se mezclan dependiendo de las propiedades del material compuesto final preparado a partir del semi-impregnado. Tales mezclas de resina formuladas contienen todos los componentes requeridos para una polimerización adecuada de la resina termoestable.

50 La capa de resina está revestida en ambas caras con un tejido que tiene preferentemente una estructura no tejida. La capa de tejido es preferentemente una capa de fibras que puede estar formada a partir de fibras adecuadas, preferentemente agrupadas en estopas y cosidas conjuntamente con el fin de mantener la capa de fibras junta. Las fibras adecuadas incluyen fibras de vidrio, fibras de carbono y fibras poliméricas tales como fibras de polietileno y fibras de aramida. Las fibras de vidrio están preferentemente fabricadas de vidrio E, vidrio S, vidrio C, vidrio T o vidrio R. Las fibras de aramida adecuadas incluyen aquellas vendidas con nombres comerciales tales como Kevlar®. Se pueden usar también las fibras orgánicas y las fibras orgánicas modificadas. La capa de tejido consta preferentemente de haces de fibras que siguen en contacto débilmente unos con respecto a otros. La orientación de

los haces de fibras puede estar bien en una orientación paralela al eje longitudinal (sentido de la urdimbre) de la capa de resina (0 °) o las fibras pueden estar en una orientación que varía desde -80 ° hasta -30 ° y desde orientación +30 ° hasta +80 °, preferentemente desde +/-30 ° hasta +/-45 °.

5 Se pueden usar también reforzamientos fibrosos en otras formas, por ejemplo, tejido tejido, laminas de fibras unidireccionales alineadas, esteras, etc.

En una realización preferida las dos capas de tejido que revisten la capa de resina central están orientadas de una manera que una capa está en una orientación de +30 ° a +45 ° en la que la otra capa que está en el otro lado de la capa de resina está en una orientación de -30 ° a -45 °. En una realización especialmente preferida la orientación de las capas es +30 ° en un lado de la resina y -30 ° en el otro lado de la capa de resina.

10 El material semi-impregnado de la presente invención tiene además una segunda capa de resina que está hecha de una resina que es diferente de la resina que forma la capa central de resina. Dicha segunda capa de resina está hecha de una resina de bisfenolepoxi y tiene una pegajosidad muy baja.

15 La segunda capa de resina tiene un nivel de adherencia muy bajo que no es más de 15 N, más preferido no más de 11 N. Hay diferentes procedimientos para determinar adherencia. Los procedimientos varían desde "sensación" subjetiva de un material hasta usar un procedimiento más objetivo tal como un comprobador de tracción. Sin embargo, cualquier procedimiento tal usando un comprobador de tracción necesita optimizarse dependiendo del material que se esté probando. Por lo tanto, se desarrolló un procedimiento para determinar la adherencia.

20 En tal procedimiento se usó un sistema Texture Analyser XT Plus que empleó una célula de carga ajustada a una sonda que se deja entrar en contacto con la muestra de prueba. La sonda es una pieza de aluminio cosida a máquina de forma cilíndrica (referida como P/36R). La superficie circular plana que entra en contacto con la muestra de prueba tiene un diámetro de 36 mm para permitir que el área de prueba sea representativa. La célula de carga mide cualquier fuerza que se requiera para eliminar la sonda de la muestra. Las muestras cuadradas que miden aproximadamente 4 cm por 4 cm de semi-impregnado se unieron a una placa usando cinta adhesiva de doble cara. Se deja entonces a la sonda entrar en contacto con la muestra y se aplica una fuerza pequeña de 10 N durante 30 segundos para asegurar contacto total. La sonda se aparta después de la muestra a una velocidad de 0,5 mm/segundo. Se registra después el pico de fuerza requerida para separar la sonda de la muestra. Los resultados muestran que el semi-impregnado usando la película que potencia la propiedad (segunda capa de resina) exhibió una adherencia más baja, más consistente de 11,3 N con una desviación estándar de 0,83 N comparada con el semi-impregnado estándar (sin segunda capa de resina) que exhibió un nivel de adherencia menos consistente y más alto de 31,1 N con una desviación estándar de 8,6 N (representada por trazados de cajas en la Figura 4).

En una realización adicionalmente preferida la segunda capa de resina comprende componentes adicionales que mejoran las propiedades mecánicas del material compuesto preparado a partir del semi-impregnado de la presente invención. En una realización preferida particular la segunda capa de resina contiene tenacidad.

35 El material semi-impregnado de la presente invención puede preferentemente usarse para la producción de material compuesto que se usa en la elaboración de estructuras que llevan carga elevada. Tales estructuras que llevan gran carga se usan preferentemente en la industria aeroespacial para partes como alas o propulsores para aviones y una realización preferida particular del material compuesto es la producción de palas de turbinas eólicas.

40 El material semi-impregnado de la presente invención puede tolerar migración de resina en condiciones de almacenaje por lo que no se requiere capa/ intermedia/intercalado intermedio. Evitando el intermedio, no solamente se puede eliminar desecho sino también el riesgo de que cualquier intercalado no eliminado pegado al material semi-impregnado y atrapado en el componente laminado se puede excluir. Además, la formación de áreas sucias en el material compuesto final se reduce sustancialmente.

45 En una realización preferida la segunda capa de resina comprende componentes que mejoran las propiedades mecánicas del material compuesto producido a partir del material semi-impregnado. Dado que la segunda capa de resina limita la migración de la resina desde la primera (central) capa de resina se obtiene una adherencia más consistente por encima de la amplitud completa del semi-impregnado.

50 Otra ventaja del material semi-impregnado de la presente invención es que una amplia variedad de la capa de resina central se puede usar incluso si la resina tiene propiedades viscoelásticas que pueden tener demasiado flujo frío. Tales resinas se pueden usar dado que la segunda capa de resina evita un pegado conjunto de las capas adyacentes del material semi-impregnado durante el almacenamiento y/o el transporte.

La invención utiliza una película de resina de poco peso, de adherencia sustancialmente controlada que incorpora una resina de endurecimiento BADGE que forma aducto con caucho y se aplica a un peso dado a una o ambas superficies del semi-impregnado.

55 Los laminados construidos a partir de los semiimpregnados usando esta película de potenciación de propiedades han mostrado que presentan tenacidad a fracturas mejorada ( $G_{1C}$ ) y resistencia interlaminar a esfuerzos cortantes (ILSS) mejorada comparadas con los laminados construidos a partir de materiales semi-impregnados estándar.

Esta película que forma la segunda fase de resina está formulada usando una combinación de un epoxi de bis-A sólido (Epikote 1001) y el componente de endurecimiento de caucho (Polydis 3614) que reduce la adherencia de superficie altamente variable a una adherencia más baja más consistente proporcionando así características de manejo más estables y obviando la necesidad de un intercalado en ciertos casos.

- 5 Las potenciaciones de realizaciones mecánicas adicionales se pueden lograr usando la película de resina como un vehículo para situar las partículas de tenacidad termoplásticas, tales como poliamidas o partículas de caucho de cáscara de núcleo nanodimensionadas en las regiones interláminas que proporcionan así tenacidad localizada en el componente de compuesto. Los aditivos preferidos son Kaneace MX 181, Orgasol 1001 y similares.

#### 4. Descripción de los dibujos

- 10 Las ventajas anteriores y otras ventajas y características de la invención y la manera en que la misma se acompleja llegará a ser más fácilmente patente tras consideración de los siguientes ejemplos tomados junto con los dibujos acompañantes que ilustran realizaciones preferidas y ejemplares.

15 La **Figura 1** muestra una realización preferida del semi-impregnado de la presente invención. La fase de la resina central está revestida en ambos lados por capas tejidas mientras que la orientación de las fibras en la capa tejida por encima de la capa de resina central es +45 ° en el sentido de la urdimbre y la orientación en la capa de tejido por debajo de la capa de resina central es -45 ° en el sentido de la urdimbre. En la parte de arriba de las capas de tejido superiores está la segunda capa de resina preparada por una película seca al tacto/de control de adherencia aplicada en una cantidad entre 10 a 60 gramos por metro cuadrado, preferentemente 20 to 60 gramos por metro cuadrado.

20 La **Figura 2** muestra la mejora de la G1c de tenacidad de fracturas obtenible por el semi-impregnado de la presente invención. La gráfica muestra en la cara a mano izquierda un semi-impregnado sin la segunda fase de resina. En el medio se muestra el semi-impregnado de acuerdo con la invención con una segunda fase que tiene 20 gramos por metro cuadrado por lo que en el lado derecho se muestra un semi-impregnado de acuerdo con la presente invención con una segunda fase de resina de 60 gramos por metro cuadrado.

25 La **Figura 3** muestra la mejora de la resistencia interlaminar a esfuerzos cortantes (ILSS) obtenible con el preimpregnado de acuerdo con la presente invención. En el lado a mano izquierda se muestra el preimpregnado sin la segunda capa de resina, la muestra en el medio contiene una segunda capa de resina con 20 gramos por metro cuadrado y a la derecha se muestra un semi-impregnado de acuerdo con la invención con una segunda capa de 60 gramos por metro cuadrado.

30 La **Figura 4** muestra como las propiedades de adherencia del semi-impregnado de la invención se mejoran por la segunda capa de resina. Sin la segunda capa de resina los valores de adherencia varían desde aproximadamente 20 hasta 38 mientras que usando la segunda capa de resina la adherencia se reduce a por debajo de 15 N.

35 Comparando las Figuras 2 y 3 llega a ser evidente que cambiando la cantidad de resina en la segunda capa de resina desde 20 gramos por metro cuadrado hasta 60 gramos por metro cuadrado pueden influenciarse las propiedades ventajosas del material compuesto preparado a partir del semi-impregnado de la presente invención. Por otro lado, las Figuras 2 y 3 muestran que una parte sustancial de las ventajas posibles con capas de 60 gramos por metro cuadrado se logran ya con 20 capas de gramos por metro cuadrado. Esto puede ser importante en situaciones donde el peso está a una alta tasa, por ejemplo, componentes aeroespaciales.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención y sirven para propósitos ilustrativos.

#### 40 Ejemplo 1

Los materiales semi-impregnados estándar comprenden típicamente una película de resina formulada para lo que un refuerzo fibroso seco está unido a uno o ambos lados de la película usualmente por medio de la adherencia interna de la película de resina.

45 El material semi-impregnado de la invención se construyó a partir de una capa de 340 de gramos por metro cuadrado de resina M9.6-LT, M9.6F- LT o M9.7 (una resina epoxi basada en una mezcla de epoxis líquidos, semisólidos y sólidos, dicianamida y una urona) a la que está unida una capa de refuerzo fibroso de vidrio UD a cada lado de la película. Una capa de refuerzo posee típicamente fibras unidireccionales que corren a +45 ° o +30 ° respecto a la dirección de la urdimbre (es decir 0 °) de la película de resina y la otra capa posee las mismas fibras unidireccionales de refuerzo que corren a -45 ° o -30 ° en la dirección de la urdimbre. Las fibras de refuerzo para cada capa están típicamente agrupadas en estopas. Estas estopas están cosidas conjuntamente con el fin de mantener la capa de tejido junta.

55 Al material semi-impregnado anterior se aplicó una película de resina controladora de adherencia, potenciadora de propiedades que se preparó mezclando a temperatura mayor de 80 °C una mezcla de resina epoxi de bisfenol A sólida fundida, tal como Epikote (fabricada por Hexion Speciality Chemicals B.V., The Netherlands) a 75 partes por cada 100 y una resina epoxi de bisfenol A que forma aducto con caucho, tal como Struktol Polydis 3614 (elaborada

por Schill y Seilacher, Alemania) a 25 partes por cada cien. Esta mezcla de resinas se refiere por Hexcel como DLS1765 y después se transfiere a la superficie externa del semi-impregnado como una película a 20-60 gramos por metro cuadrado o se convierte primero en una película respaldada sobre un papel de liberación de silicona antes de transferir calor a una superficie del semi-impregnado. La estructura material general se representa en la Figura 1.

- 5 La DLS1765 se puede modificar por la adición de partículas de poliamida termoplásticas tales como Orgasol DNAT 1 (elaborada por Arkema Inc., Filadelfia, EE.UU.) a 10-15 partes por cada cien. Una alternativa a la mezcla de resinas DLS1765 es sustituir parte o toda la Epikote 1001 con una resina epoxi de bisfenol A sólida que contiene partículas de caucho de cáscara de núcleo nanodimensionadas, tales como Kaneace MX181 (elaborada por Kaneka, Tejas, EE.UU.).

## 10 Ejemplo 2

### Mejora de tenacidad a fracturas ( $G_{1c}$ ):

Se construyeron ocho laminados de láminas a partir de material semi-impregnado estándar y de material semi-impregnado con la película de propiedades potenciadas unidas usando tejidos unidireccionales de +/-45 °. Los laminados se construyeron de tal forma que las dos láminas internas adyacentes se orientaron con fibras que corren en la dirección de 0 ° (es decir en la dirección de prueba). El resto del laminado se construyó simétricamente con el plano de simetría que está entre las dos láminas internas con las direcciones de fibras (con respecto a la dirección de prueba) como sigue: 90 °, 0 °, 90 °, 0 °, 90 °, 0 °, 90 °, 0 °, 0 °, 90 °, 0 °, 90 °, 0 °, 90 °, 0 °, 90 °. En un extremo de la construcción se insertó una pieza de lámina de piel no porosa actuando como un iniciador de agrietamiento para la prueba de tenacidad a fracturas. La construcción se curó después en un conjunto de bolsas de vacío estándar y en un ciclo de curación estándar de 1 hora a 120 °C.

Los laminados se prepararon después y se pusieron a prueba midiendo realización de  $G_{1c}$  de acuerdo con AITM (Procedimiento de Prueba de la Industria del Airbus) 1-0005 usando una máquina de pruebas Instron 5569. Los resultados mostraron que la realización  $G_{1c}$  se mejoró a partir de un promedio de 757 J/m<sup>2</sup> usando semi-impregnado estándar a > 900J/m<sup>2</sup> usando semi-impregnado con la película de potenciación de propiedades (representada por los trazados de cajas en la Figura 2).

## 25 Ejemplo 3

### Resistencia interlaminar a esfuerzos cortantes

Se llevó a cabo realización de pruebas de ILSS de acuerdo con el BS (Estándar Británico) EN 2563 usando una máquina de pruebas Zwick 1445 en muestras tomadas a partir de los laminados anteriores de tal forma que las fibras de 0 ° internas corrieron longitudinalmente a lo largo de los especímenes de ensayo. Los resultados mostraron que la realización de ILSS se llevó a cabo a partir de un promedio de 36,4 MPa usando semi-impregnado estándar a 43,8 MPa usando semi-impregnado con una capa de 20 gramos por metro cuadrado de película potenciadora de propiedades a 45,3 MPa usando semi-impregnado con una capa de 60 gramos por metro cuadrado de película potenciadora de propiedades (representada por trazados de caja en la Figura 3).

## 35 Ejemplo 4

### Control de adherencia mejorado

Se desarrolló un procedimiento de prueba privado usando un sistema Texture Analyser XT Plus que empleó una célula de carga ajustada a una sonda que se dejó entrar en contacto con la muestra de prueba. La sonda es una pieza de aluminio cosida a máquina de forma cilíndrica (referida como P/36R). La superficie circular plana que entra en contacto con la muestra de prueba tiene un diámetro de 36mm para permitir que el área de prueba sea representativa. La célula de carga mide cualquier fuerza que se requiera eliminando la sonda de la muestra. Las muestras cuadradas que miden aproximadamente 4cm por 4cm de semi-impregnado se unieron a una placa usando cinta adhesiva de doble cara. Se deja entonces a la sonda entrar en contacto con la muestra y se aplica una fuerza pequeña de 10 N durante 30 segundos asegurando contacto total. La sonda se aparta después de la muestra a una velocidad de 0,5 mm/segundo. Se registra después el pico de fuerza requerida separando la sonda de la muestra. Los resultados muestran que el semi-impregnado usando la película de potenciación de propiedades mostró una adherencia más consistente con 11,3 N con una desviación estándar de 0,83 N comparada con el semi-impregnado estándar que presentó un nivel de adherencia menos consistente y más alto de 31,1 N con una desviación estándar de 8,6 N (representada por trazados de cajas en la Figura 4).

50

**REIVINDICACIONES**

1. Material semi-impregnado adaptado para su uso en un material compuesto **caracterizado porque** comprende
- 5 a) una primera capa de resina termoestable, que contiene todos los componentes requeridos para polimerización de la resina termoestable,
- b) recubierta en ambas caras por capas de refuerzos fibrosos, por lo que
- c) una de las dos capas está revestida con una segunda capa de resina, que es diferente de la primera capa de resina,
- d) en la que dicha segunda capa de resina tiene un nivel de adherencia de no más de 15 N y
- 10 e) en la que la película que forma dicha segunda capa de resina se aplica a una o ambas superficies del material semi-impregnado y se formula usando una combinación de un epoxi de bis-A sólido y el componente de tenacidad de caucho.
2. Material semi-impregnado de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** la primera capa de resina está presente en una cantidad de 100 a 800 g/m<sup>2</sup> del material semi-impregnado.
- 15 3. Material semi-impregnado de acuerdo con la reivindicación 2 **caracterizado porque** la primera capa de resina está presente en una cantidad de 350 a 650 g/m<sup>2</sup> del material semi-impregnado.
4. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado porque** las fibras de una capa de refuerzos filamentosos están en orientación de +30 ° a +45 °.
- 20 5. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado porque** las fibras de la otra capa de refuerzos filamentosos están en orientación de -30 ° a -45 °.
6. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las capas de refuerzos fibrosos están cosidas conjuntamente.
7. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado porque** la primera capa de resina es una resina termoestable, seleccionada del grupo que comprende resinas de formaldehído de fenol, resinas epoxi, de poliéster, de viniléster, de poliimida, de éster de cianato, resinas fenólicas y de bismaleimida y mezclas de las mismas.
- 25 8. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado porque** la película que forma la segunda capa de resina incorpora una resina de tenacidad BADGE que forma aducto con caucho.
9. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado porque** la segunda resina es una resina de bisfenol-epoxi que comprende partículas de caucho.
- 30 10. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado porque** la película que forma la segunda capa de resina se usa como un vehículo para situar las partículas de endurecimiento termoplástico, seleccionadas del grupo que comprende poliamidas o partículas de caucho de cáscara de núcleo nanodimensionadas en las regiones interláminas.
- 35 11. Material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la segunda capa de resina está presente en una cantidad de 10 a 60 gramos por metro cuadrado.
12. Uso de un material semi-impregnado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes para la fabricación de material compuesto para la producción de estructuras portadoras de cargas elevadas.
- 40 13. Uso de acuerdo con la reivindicación 12 **caracterizado porque** las estructuras portadoras de cargas elevadas son palas de turbinas eólicas.
14. Uso de acuerdo con la reivindicación 12 **caracterizado porque** las estructuras portadoras de cargas elevadas se usan en la industria aeroespacial.

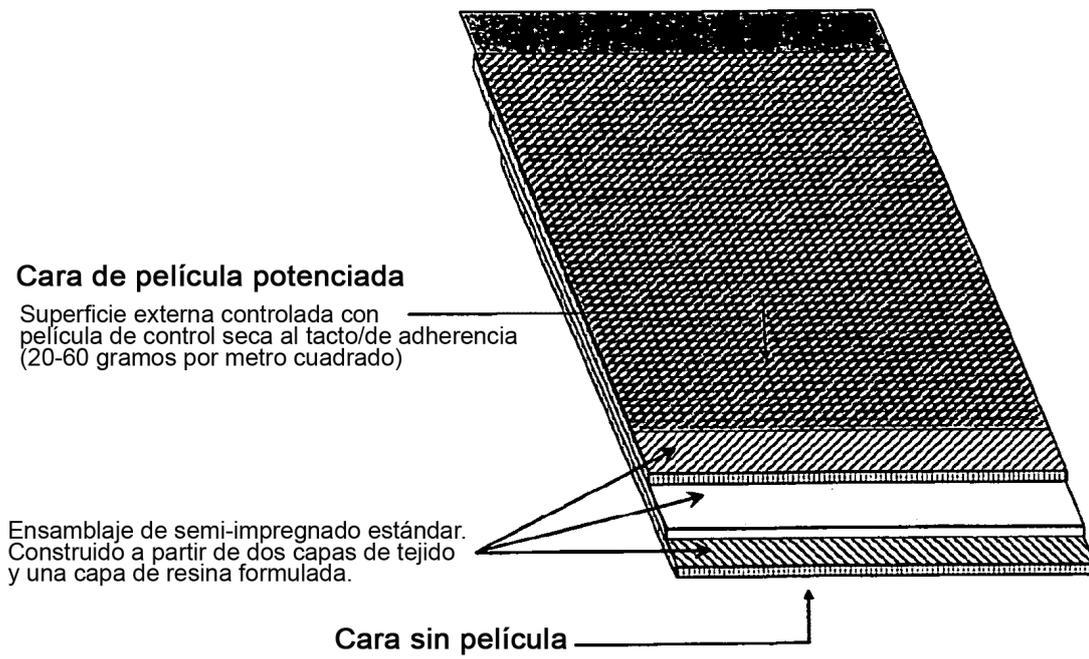


Figura 1 - Estructura de semi-impregnado con película de resina potenciadora de propiedades en una superficie externa.

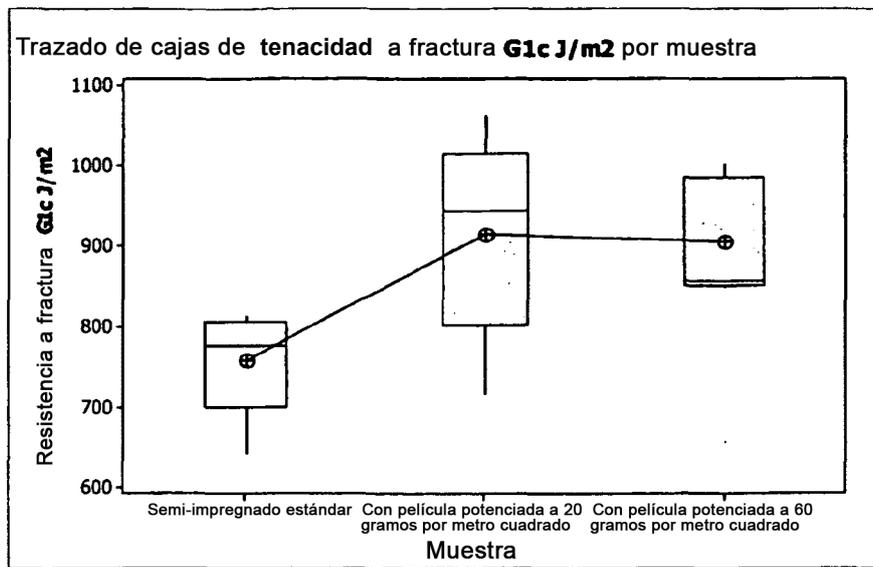


Figura 2 - Gráfica que muestra mejora en realización de G1c en laminados preparados con semi-impregnado con película potenciadora de propiedades.

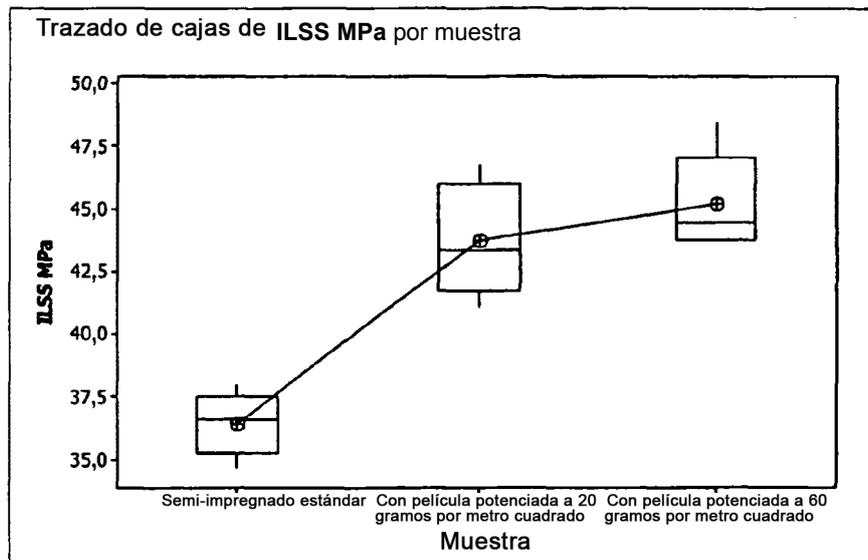


Figura 3 - Gráfica que muestra mejora en rendimiento de ILSS en laminados preparados con semi-impregnado con película potenciadora de propiedades.

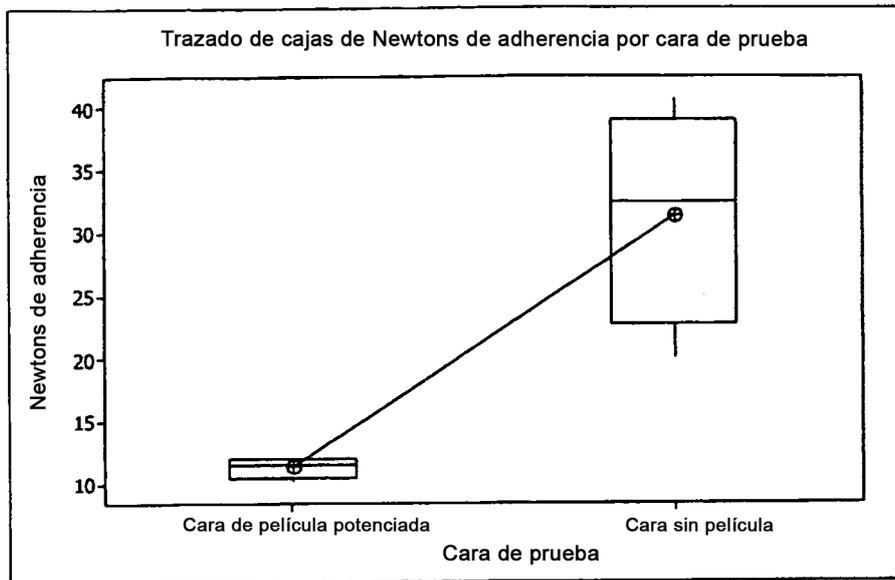


Figura 4.