

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 639**

51 Int. Cl.:

B32B 5/24 (2006.01)
B32B 15/08 (2006.01)
B32B 15/18 (2006.01)
B29C 70/30 (2006.01)
B63B 5/00 (2006.01)
B32B 15/14 (2006.01)
B29C 70/88 (2006.01)
B32B 7/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2006 E 06755312 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 1880841**

54 Título: **Material laminado híbrido fibra-metal para construcción naval y su procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

01.04.2005 ES 200500746

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2013

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
(100.0%)
OTRI - VICERRECTORADO DE INVESTIGACION,
CALLE RAMIRO DE MAEZTU 7
28040 MADRID, ES**

72 Inventor/es:

**SUÁREZ BERMEJO, JUAN CARLOS;
MIGUEL ALONSO, SANTIAGO;
DIEZ DE ULZURRUM ROMEO, IGNACIO;
LÓPEZ MARTÍN, FRANCISCO;
PINILLA CEA, PAZ;
HERREROS SIERRA, MIGUEL ÁNGEL;
ILLESCAS MOLINA, JOSÉ;
SORIA BARTOLOME, ANA y
GARCÍA NÚÑEZ, ANA**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 403 639 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 laminado híbrido fibra-metal para construcción naval y su procedimiento de fabricación

SECTOR TÉCNICO

5 El sector de la tecnología en que se encuadra la presente invención es el de la Construcción Naval e Ingeniería Oceánica, y en particular en las técnicas de construcción de las estructuras de buques y artefactos marinos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Existe una necesidad de disponer de nuevos materiales para construcción naval e ingeniería oceánica capaces de satisfacer los requerimientos relativos al diseño y fabricación de estructuras más ligeras a la vez que resistentes, que permitan más elevadas velocidades de desplazamiento y un menor consumo energético. Algunos ejemplos actuales son los ferries rápidos, portacontenedores de alta velocidad, petroleros de doble casco, etc.

15 El acero, material tradicionalmente empleado en la fabricación de embarcaciones y otras estructuras marinas, tiene una serie de limitaciones que impide seguir mejorando en la línea de construir estructuras ligeras, resistentes y seguras. Entre las ventajas se puede citar que es barato, fácilmente conformable y mecanizable, soldable, tiene un comportamiento y propiedades muy estudiadas y bien conocidas, es muy tenaz y resistente al impacto. Por otra parte, las desventajas más acusadas son su elevada densidad y los problemas de corrosión que presenta.

Se han propuesto y usado otros materiales alternativos en este sector industrial: aceros de alto límite elástico, aleaciones de aluminio y materiales compuestos de matriz polimérica. Todos ellos hacen posible aligerar las estructuras, al tener una resistencia específica más elevada que la del propio acero, pero siempre a costa de desatender alguna otra prestación importante para un material que ha de ser usado en aplicaciones navales.

20 Los aceros de alto límite elástico son, en general, más difíciles de soldar y, fundamentalmente, más proclives a la fractura. Las aleaciones de aluminio aportan la ventaja de su menor densidad respecto al acero, pero también son menos rígidas y, en consecuencia, los ahorros de peso no son tan importantes como cabría esperar; también son más difíciles de soldar que el acero y presentan, además, problemas de corrosión-fatiga. Los materiales compuestos utilizados en construcción naval (matriz de poliéster o viniléster, reforzada con fibra de vidrio) son ligeros y resistentes, pero los procesos de fabricación son más laboriosos y costosos; además, son muy sensibles al dañado por impacto y pueden presentar problemas de deterioro de sus propiedades mecánicas por absorción de agua (ósmosis).

30 Los materiales híbridos fibra-metal pretenden aunar las ventajas de ambos tipos de materiales evitando, en lo posible, sus inconvenientes. Así, se pretende combinar la elevada resistencia al impacto y durabilidad, junto con facilidad de mecanización y fabricación típicas de los materiales metálicos, con una elevada resistencia y rigidez específicas en la dirección de la fibra, así como una buena resistencia a la fatiga, características de los materiales compuestos.

35 Se ha propuesto con anterioridad el empleo de los materiales híbridos fibra-metal en distintas aplicaciones estructurales. Las primeras patentes son de los años sesenta (US3091262, US3189054) y setenta (US4029838). Las aplicaciones se han centrado especialmente en el campo aeronáutico y por ello los materiales empleados son aleaciones ligeras de aluminio (mientras que en la presente invención se utiliza el acero) y material compuesto de matriz polimérica epoxi (en la presente invención se utiliza viniléster) con refuerzos diversos, como fibras de carbono, aramida o vidrio (se propone en la presente invención exclusivamente el empleo de fibra de vidrio). Los primeros laminados fibra-metal disponibles comercialmente estaban hechos de aramida y aluminio (ARALL®, laminados fabricados por ALCOA). Estos laminados estaban diseñados para mejorar la resistencia a la propagación de grietas por fatiga. Sucesivas aportaciones (US 5227216) han permitido mejorar algunos modos de fallo indeseables en aplicaciones aeronáuticas, donde las cargas en servicio son distintas de las que tiene que soportar un buque y, por tanto, también es distinta la configuración del material que se describe en la presente invención. En otras ocasiones, se ha buscado con el material híbrido, además de un papel estructural para soportar las cargas en servicio, la interposición de capas que actuarán como escudo térmico en componentes para misiles (US 5979826, US5824404); estos requerimientos no son necesarios en construcción naval y, en consecuencia, el material compuesto de matriz pre-cerámica no es incluido en el material objeto de patente. Algunas aplicaciones dentro del sector del automóvil pueden ser encontradas (IT1279568, US2002178672), aunque en estos casos las capas externas del laminado son de resina transparente y resistente a la degradación medioambiental, con algún pigmento o relleno que les dé una apariencia estéticamente agradable; en este caso, las capas externas son de acero para aprovechar su capacidad de resistir impactos y el acabado superficial se proporciona mediante un sistema de pintura de los habitualmente empleados en la construcción naval. También se pueden encontrar documentos de patente más recientes donde se recoge el empleo de este tipo de materiales en aplicaciones menos sofisticadas, como puede ser el diseño y fabricación de monopatines (US 2004/0188967 A1), aunque debido a que son estructuras

pequeñas se introducen materiales como la madera y el titanio que no son viables en la construcción de grandes estructuras navales y oceánicas.

5 En cuanto a las técnicas de fabricación, dejando a un lado la composición de los propios materiales híbridos, existen diversas patentes que recogen aspectos diversos, como puede ser el ensamblaje de paneles, aunque en estos casos se sigue un esquema en el que la terminación de una capa metálica se continúa con una de material compuesto (US5160771), o bien se dispone una lámina de material compuesto que es continua por encima de la unión de dos láminas metálicas (US5951800); en la presente invención, se propone la fabricación de paneles, planos o curvos, con perímetro en escalera que van encajando unos con otros, de manera que se pueda ir construyendo por partes estructuras de gran tamaño, como buques y artefactos marinos.

10 Por último, existe información disponible sobre la utilización de moldes cerámicos (US5149251, US5252160) y matrices para conferir la curvatura necesaria a los laminados (US3711934). La solución que se propone es conformar independientemente las chapas de acero y utilizar esos elementos como moldes para laminar sobre ellos al material compuesto, evitando así la construcción de moldes específicos.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

15 El material laminado híbrido fibra-metal para construcción naval está constituido por chapas de acero y láminas de material compuesto constituidas por una matriz polimérica reforzada con fibra de vidrio. La cantidad, espesor y orientación de cada una de estas chapas y láminas son calculadas para obtener la rigidez y resistencia adecuadas en cada zona del buque. La composición del laminado puede ir variando para adaptar el diseño del material a las necesidades estructurales de cada zona del buque o artefacto marino. No obstante, es necesario atenerse en el
20 diseño del material a una serie de premisas.

Las capas más externas serán siempre de acero. De esta manera se aprovecha su resistencia al impacto, protegiendo al material compuesto que se sitúa en el interior del sándwich de posibles delaminaciones y microagrietamientos. También se saca partido de su capacidad de soportar temperaturas más elevadas que la matriz polimérica del compuesto, con una menor pérdida de propiedades mecánicas y sin emisión de humos durante
25 un posible incendio. Interiormente se pueden colocar, asimismo, otras chapas de acero para aumentar la rigidez del material híbrido.

Las láminas de material compuesto se sitúan siempre en el interior del sándwich formado por las chapas externas de acero. Los materiales preferidos son aquellos que han venido demostrado su buen comportamiento en ambiente marino: matriz de poliéster o viniléster y refuerzo de fibra continua de vidrio *E*. La fibra puede ser utilizada en forma
30 de tejido o en forma de refuerzo unidireccional, dependiendo de las direcciones preferentes que quieran ser reforzadas en función de las direcciones principales de las tensiones en servicio. Las láminas de material compuesto se agruparán en paquetes con un número determinado de capas, comprendidas siempre entre dos chapas de acero.

La unión entre lámina y lámina de material compuesto, dentro de cada paquete del material híbrido, se realiza mediante la capacidad de adhesión de la propia resina polimérica que constituye la matriz. La unión entre el paquete
35 de material compuesto y la chapa de material metálico se realiza utilizando un adhesivo estructural. Este adhesivo se colocará, al menos, entre las chapas más externas de acero y el primer paquete de material compuesto, donde las tensiones interlaminares pueden alcanzar valores más elevados. El adhesivo tiene que ser elástico, tener una cierta capacidad de deformación reversible, para absorber la diferencia de propiedades mecánicas del metal y del compuesto durante las sollicitaciones a flexión del panel de material híbrido fibra-metal sin llegar a rotura. Un
40 adhesivo de tipo poliuretano bicomponente es adecuado para este propósito. Se ha de controlar, no obstante, el espesor de la capa de adhesivo (según las recomendaciones de cada fabricante para el tipo de adhesivo seleccionado) para acomodar las diferencias de deformación sin llegar a sobrespesores que provocarían un fallo prematuro de la unión adhesiva.

Los paneles del material laminado híbrido fibra-metal pueden ser planos o curvos, para poder ser empleados en
45 distintas zonas de las estructuras navales y artefactos marinos. En todo caso, es preciso realizar el ensamblaje de los paneles individuales para ir confeccionando la estructura deseada. A tal efecto, los paneles se construyen dejando los bordes en forma de escalera en los cuatro bordes, de manera que los escalones de un panel encajen con los del panel vecino. Se aplica un adhesivo elástico para pegar los paneles entre sí. La superficie de pegado, es decir, la superficie de los escalones de ensamblaje, tiene que ser suficiente para garantizar una perfecta transmisión
50 por cortadura de las cargas de un panel a otro. Las dimensiones exactas de estos escalones, de entre 2 y 20 centímetros, se calculan en base a las dimensiones de los paneles y a las cargas esperadas en servicio. El adhesivo de ensamblaje debe tener, asimismo, una cierta capacidad para rellenar huecos y poder absorber de esta manera las tolerancias de fabricación.

Una vez realizado el ensamblaje de los paneles, es necesario sellar las uniones que quedan al exterior, en ambas
55 superficies del laminado híbrido, y en direcciones longitudinales y transversales. Estas uniones contribuyen a la

transmisión de cargas entre paneles pero, sobre todo, sirven para impedir la entrada de agua al interior del laminado. El sellado se puede realizar de dos maneras: bien soldando las chapas de acero contiguas o bien utilizando un sellante polimérico. En el caso de soldar, hay que tener en cuenta que se debe aportar metal para rellenar la holgura entre las dos chapas, intentando penetrar lo menos posible para no dañar el material polimérico que se encuentra más abajo. En el caso de utilizar un sellante polimérico se elegirá alguno con capacidad para rellenar los huecos y soportar los desplazamientos relativos entre las dos chapas sin que se produzcan fallos. El sellante debe impedir la entrada de agua en el interior del material durante el tiempo de vida en servicio de la estructura.

Una vez ensamblados los paneles se puede proceder al pintado de los mismos, siguiendo los procedimientos habituales en construcción naval e ingeniería oceánica, para proteger a la estructura de los fenómenos de corrosión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para la mejor descripción de cuanto queda descrito en la presente memoria, se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se representa un caso práctico de un procedimiento de fabricación y ensamblaje de un material laminado híbrido fibra-metal para construcción naval.

En la figura 1 se muestra la secuencia de laminación, donde se dejan al descubierto cada una de las capas del material híbrido para poder apreciar los distintos materiales empleados, su orientación, y el empleo de adhesivo para unir unas capas con otras.

Un corte de la figura 1 se muestra en la figura 2, donde se aprecia la secuencia de apilamiento de las capas. En este caso particular se trata de un laminado constituido por tres chapas de acero y dos paquetes de material compuesto, formado cada uno de ellos por tres láminas individuales con distintas configuraciones y orientaciones.

La figura 3 muestra el ensamblaje de cuatro paneles. Uno de ellos se ha representado transparente para poder apreciar el desplazamiento horizontal de unas capas con respecto a otras, en cada panel, formando una escalera con tres peldaños. Los escalones de un panel encajan con los del vecino de manera que nunca coinciden dos uniones una debajo de la otra.

Una sección de la figura 3 se muestra en la figura 4, donde se puede observar el ensamblaje de los escalones y su unión utilizando un adhesivo estructural.

La figura 5 ilustra el proceso de sellado de las juntas externas, en ambas caras del laminado, bien mediante una soldadura o bien mediante el empleo de un sellante polimérico. Se muestra en esta figura una unión longitudinal, pero es en todo análoga a la unión en la dirección transversal del panel.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

El material laminado híbrido fibra-metal para construcción naval en cuestión está constituido por dos chapas externas de acero (1a y 1c), con la posibilidad de incluir una o más chapas de acero intermedias (1b). Las chapas de acero pueden ser planas o tener la curvatura precisa para cada aplicación concreta. Es posible realizar paneles sin curvatura, con curvatura en una única dirección o con doble curvatura; no hay, pues, ninguna restricción en lo referente a la geometría del panel. El procedimiento para dar forma a las chapas de acero no es objeto de esta memoria, existiendo numerosos métodos disponibles (prensas, plegadoras, líneas de calor, etc) en función del espesor de la chapa.

Las chapas de acero han de ser sometidas a continuación a un tratamiento de preparación superficial. Existen diversos tratamientos que preparan la superficie del acero para mejorar la efectividad de las uniones adhesivas. No es objeto de esta memoria el pormenorizar dichos tratamientos. No obstante, un procedimiento adecuado, a título de ejemplo, es la realización de una limpieza con disolvente orgánico en fase vapor, seguida de un tratamiento en baño caliente de ácido fosfórico y finalizando con una limpieza en agua desionizada.

Sobre las superficies de las chapas de acero (1a y 1c) se aplica un *primer* para potenciar la adhesión entre el metal y la capa de adhesivo que se aplicará a continuación. La naturaleza del *primer* depende del tipo de adhesivo que se vaya a utilizar y, en cada caso, el fabricante del adhesivo recomienda cuál es el *primer* más adecuado. Sólo se aplica el *primer* a las superficies internas (hacia el interior del laminado) de la dos pieles de acero (1a y 1c), sobre las cuales se va a laminar; en la chapa o chapas de acero intermedias (1b) no es necesario aplicar el *primer* aunque, eventualmente, puede aplicarse también para mejorar la adherencia entre el metal y la resina polimérica que constituye la matriz de las láminas de material compuesto. En ningún caso se aplicará *primer* a las superficies externas de las pieles de acero (1a y 1c), ya que sobre ellas es posible que se necesite una preparación superficial diferente para su pintado posterior.

- 5 Sobre la primera chapa de acero (1a) se deposita una capa de adhesivo en pasta (2a), repartiéndolo homogéneamente sobre toda la superficie de acero con el *primer* ya aplicado. El adhesivo más adecuado es un adhesivo de tipo elástico, que sea capaz de acomodar las propiedades mecánicas diferentes del acero y del material compuesto que se laminará sobre él. El propio adhesivo ha de tener una resistencia suficiente para soportar las deformaciones a que se verá sometido sin fallar. Un adhesivo de poliuretano bicomponente es una elección adecuada, siempre que se respeten los espesores mínimos y máximos recomendados por el fabricante, en función de la reología del producto. Las capas de adhesivo juegan un papel esencial en el comportamiento global del material híbrido final: Si no se introducen estas capas de adhesivo, de naturaleza elástica y con el espesor recomendado por el fabricante para absorber la diferencia de deformaciones entre capa y capa, se puede producir el fallo de la unión entre los dos materiales. El adhesivo actúa como elemento de transición y al deformarse acomoda las deformaciones de las láminas de metal y de material compuesto (1a y 3a), suavizando las tensiones interlaminares que se producen en la unión de ambos materiales cuando son sometidos a sollicitaciones en servicio de flexo-compresión, evitando o posponiendo los fallos por pandeo local que se producirían en tal caso.
- 10
- 15 Sobre la chapa de acero con el *primer* y el adhesivo se comienza a laminar el material compuesto. La propia lámina de acero (1a), bien plana o con la curvatura que se le haya dado, sirve de molde para la colocación de las capas sucesivas de material compuesto, con lo cual no se precisa de utillaje adicional para fabricar el laminado, como es habitual en la realización de materiales compuestos convencionales. Simplemente se precisa de algunos elementos auxiliares para la colocación precisa de las láminas y mantenerlas en posición –actuando como topes – durante el curado y consolidación de la matriz polimérica, pero no de un molde propiamente dicho.
- 20
- 25 La matriz y el refuerzo del material compuesto serán los idóneos para la aplicación concreta que se le vaya a dar al panel dentro de la estructura. Concretamente, para aplicaciones en construcción naval e ingeniería oceánica se prefieren materiales que hayan demostrado ya su adecuación al medio marino. En este sentido, se han elegido una matriz de resina viniléster y un refuerzo de fibra de vidrio *E*. El refuerzo se utiliza en seco, se coloca sobre la chapa de acero que actúa como molde y se impregna en la resina *in situ*. El refuerzo de fibras de vidrio *E* se utiliza en forma de tejido o como refuerzo unidireccional. En este último caso, un sistema de referencia sobre el propio panel (6) permitirá orientar las fibras de manera adecuada en función de las tensiones principales que haya de soportar durante el servicio.
- 30
- La primera lámina que se coloca (3a) es un refuerzo unidireccional a -45° , seguido de otra (4a) a $+45^\circ$. El objeto de estas dos capas es introducir un refuerzo preferente en la dirección donde actuarán las máximas tensiones de cortadura durante la vida en servicio de la estructura, debido a la sollicitaciones torsionales sobre el panel. No obstante, la secuencia de laminación concreta ha de ser estudiada para cada aplicación, en función de la distribución de tensiones esperada en cada zona de la estructura.
- 35
- Se continúa con una o más láminas de tejido equilibrado (5a) –igual número de mechas en la dirección de la trama que de la urdimbre – para ir dotando al panel del espesor deseado en función de la rigidez que se desea alcanzar. El procedimiento para incorporar cada nueva lámina es siempre el mismo: se coloca el refuerzo en seco, convenientemente orientado, y se impregna en resina de manera uniforme y completa. En la mitad del laminado híbrido se ha introducido una lámina de acero (1b). Llegados a este punto, es conveniente colocar un peso sobre la chapa de acero, uniformemente repartido, o aplicar una presión sobre la misma mediante algún otro procedimiento (bolsa de vacío, autoclave), para compactar el paquete de material compuesto que se acaba de laminar y eliminar el exceso de resina que se haya podido introducir –sangrándola por los bordes del panel.
- 40
- 45 Desde la capa central (1b), después de realizar la compactación, se continúa laminando de forma simétrica hasta llegar a la piel superior de acero (5b, 4b, 3b, 2b y 1c). Se tiene de esta manera un laminado híbrido equilibrado y simétrico, compuesto de tres chapas de acero y dos paquetes de material compuesto intercalados entre las chapas. Esta configuración ha de entenderse como un caso particular que muestra, eso sí, todas las peculiaridades del material híbrido propuesto pero no agota todas las posibles configuraciones y secuencias de laminación ya que la ventaja de este material radica, precisamente, en la posibilidad de adecuar su diseño a los requerimientos precisos de cada aplicación estructural.
- 50
- 55 Para poder realizar el ensamblaje de los paneles y construir con ellos la estructura final, cada panel construido individualmente, bien sea plano o curvo, se lamina disponiendo de una serie de escalones en los bordes. Las figuras 3 y 4 muestran como cada nueva lámina de acero se desplaza en dirección horizontal y vertical, en el plano del laminado, una cierta distancia. Sobre esta nueva posición de la chapa de acero se continúa laminando. El resultado final es una escalera con tres peldaños, en los cuatro bordes del panel, y cada escalón tendrá una altura igual a cada paquete de material compuesto más el espesor de la chapa de acero. Cada panel puede ser ensamblado con otros cuatro paneles encajando las escaleras de sus respectivos bordes. Al exterior aparecerán dos uniones: una unión longitudinal (7) que no es continua, pues cada panel contiguo es desplazado en esa dirección para que no coincida la línea de unión; una unión transversal (8) que sí es continua. Esta forma de ensamblar los paneles permite asegurar que las uniones entre paneles en cada capa (en la dirección del espesor) no coincidan y, por tanto, reduciendo el riesgo de que un fallo en la unión sea pasante en todo el espesor del panel laminado híbrido.

5 Los paneles ensamblados de la manera explicada son pegados mediante un adhesivo (9) que no tiene porqué coincidir con el utilizado en la fabricación de cada panel. Es preferible un adhesivo que admita mayores espesores, de manera que sea capaz de rellenar los huecos entre los dos paneles, adsorbiendo de esta forma las tolerancias de fabricación. Un adhesivo de base poliuretano, monocomponente, es un candidato adecuado. La longitud de la zona de solape, de entre 2 y 20 centímetros en función de las dimensiones del panel y las tensiones máximas esperadas, hace posible que la transmisión de cargas entre paneles consecutivos sea efectiva y que se permita su flujo por toda la estructura sin fallos en las uniones.

10 La última etapa consiste en el sellado de las líneas de unión externas, tanto longitudinales como transversales, para impedir el ingreso de agua al interior del laminado híbrido. El sellado se realizará en las dos superficies del panel (10 y 11), bien sea éste plano o curvo. No se trata de uniones estructurales, pues su misión no es la transmisión de carga entre partes (labor que realizan las uniones adhesivas de los solapes internos), sino simplemente el sellado de la línea de unión. Se puede realizar esta operación de dos maneras: aplicando un sellante polimérico o mediante un cordón de soldadura.

15 Si se aplica un sellante polimérico, las características deseadas son su resistencia al ingreso de agua en la unión y la compatibilidad química con el resto de polímeros empleados en el material híbrido. Es posible usar, asimismo, el propio adhesivo utilizado en el ensamblaje de los paneles.

20 En el caso de emplear un cordón de soldadura como procedimiento para sellar la unión externa, se debe elegir un procedimiento de soldeo con poco aporte calorífico pues se podría dañar la matriz del compuesto y el adhesivo de ensamblaje. Estos materiales poliméricos resisten temperaturas muy por debajo de las necesarias para fundir el acero. Es necesaria, pues, una muy escasa penetración del cordón y un aporte calorífico mínimo para intentar que las temperaturas alcanzadas por el polímero sean las más bajas posibles. Es inevitable, no obstante, una degradación térmica de cierto margen de la zona de solape pegada, de manera que será preciso sobredimensionar este solape en el caso de que posteriormente fueran a soldarse los paneles. La única ventaja que presenta el sellado con soldadura frente al empleo de un sellante polimérico es que el cordón tiene una mayor estabilidad y resistencia a la entrada de agua, siendo acero la totalidad del material visible desde el exterior.

APLICACIÓN INDUSTRIAL

La presente invención se puede aplicar en la construcción naval e ingeniería oceánica, en particular en las técnicas de construcción de las estructuras de buques y artefactos marinos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Material laminado híbrido fibra-metal para su empleo en construcción naval y artefactos marinos, que comprende láminas alternativas de acero y material compuesto con matriz de resina viniléster o poliéster y refuerzo de fibra de vidrio, situándose la chapa de acero en las capas más externas del laminado y el material compuesto en el interior, e introduciéndose una capa de adhesivo de tipo elástico entre las capas exteriores de acero y las primeras de material compuesto laminadas sobre el acero.
2. Un material laminado híbrido fibra-metal, según la reivindicación 1, caracterizado porque se pueden añadir capas intermedias de acero entre el material compuesto.
- 10 3. Un material laminado híbrido fibra-metal, según reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el refuerzo de fibra de vidrio empleado en el material compuesto puede utilizarse en forma de tejido, en forma unidireccional o combinando ambos.
4. Un material laminado híbrido fibra-metal, según las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el adhesivo empleado es de poliuretano bicomponente.
5. Un procedimiento de fabricación del material de las reivindicaciones anteriores que comprende las siguientes etapas:
- 15 a. se prepara superficialmente el acero mediante tratamientos químicos comerciales, para la aplicación de adhesivos, aplicando una capa de *primer* sobre la superficie interna de la primera chapa de acero,
- b. se aplica una capa de adhesivo de tipo elástico sobre la parte interior de la primera chapa de acero y a continuación se lamina el material compuesto de resina polimérica y refuerzo de fibra de vidrio, desplazando cada capa para ir formando un perfil en escalera, pudiéndose introducir láminas de acero intermedias entre el material compuesto,
- 20 c. se coloca la última chapa de acero, con *primer* y adhesivo en la superficie interna, aplicando presión para compactar las capas y se deja curar el laminado,
- d. se aplica adhesivo elástico en el perímetro escalonado y se ensambla un panel con el contiguo encajando los escalones de uno y otro,
- 25 e. se sellan las uniones externas de las chapas de acero, superior e inferior.
6. El procedimiento de la reivindicación 5 caracterizado porque se cortan las chapas de acero y se conforman por deformación plástica para darles la curvatura que se precisa para cada panel., planos o con curvatura, para ser utilizadas como moldes sobre los que se realiza la laminación del material compuesto.
- 30 7. El procedimiento de las reivindicaciones 5 y 6 caracterizado porque cada chapa de acero está desplazada horizontal y verticalmente respecto al material compuesto que tiene debajo para formar un perfil en escalera en cada uno de los cuatro bordes del panel de material híbrido fibra-metal, que posteriormente se ensamblarán con otros paneles mediante el solapamiento y pegado de dichos bordes en escalera, siendo las dimensiones de los escalones de entre 2 y 20 centímetros.
- 35 8. El procedimiento de las reivindicaciones 5 a 7 caracterizado porque se emplea un adhesivo poliuretano monocomponente para el ensamblaje de los paneles.
9. El procedimiento de las reivindicaciones 5 a 8 caracterizado porque para el sellado de las líneas de unión externas longitudinales y transversales de los paneles de material híbrido fibra-metal se aplican o bien cordones de sellante polimérico, o bien cordones de soldadura con o sin aporte de material.
- 40 10. Uso del material laminado y del procedimiento descrito en las reivindicaciones anteriores para su utilización en las técnicas de construcción de las estructuras de buques y artefactos marinos.

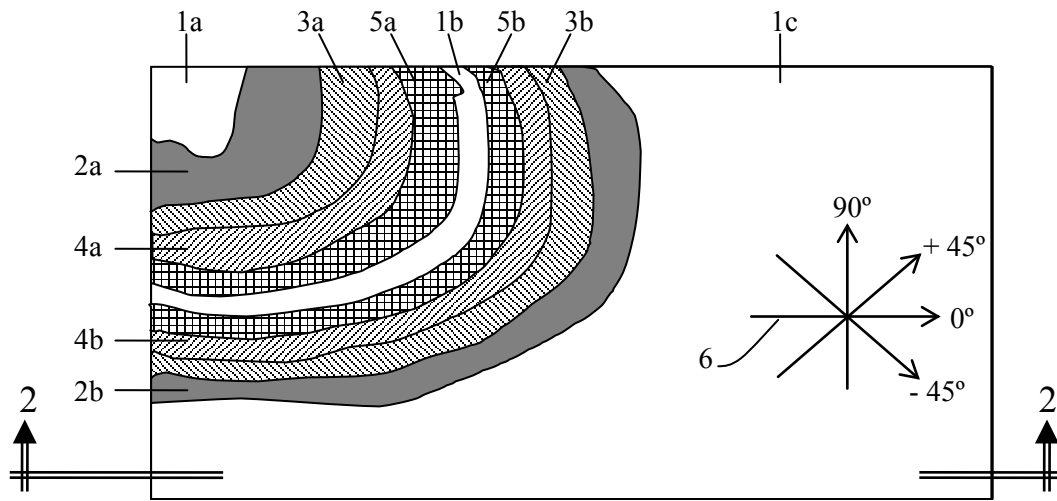


Fig. 1

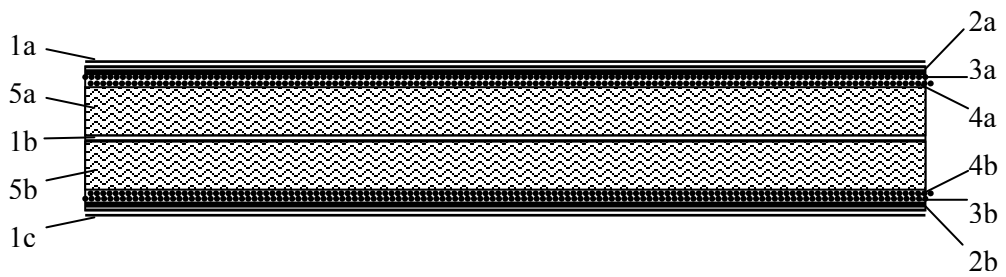


Fig. 2

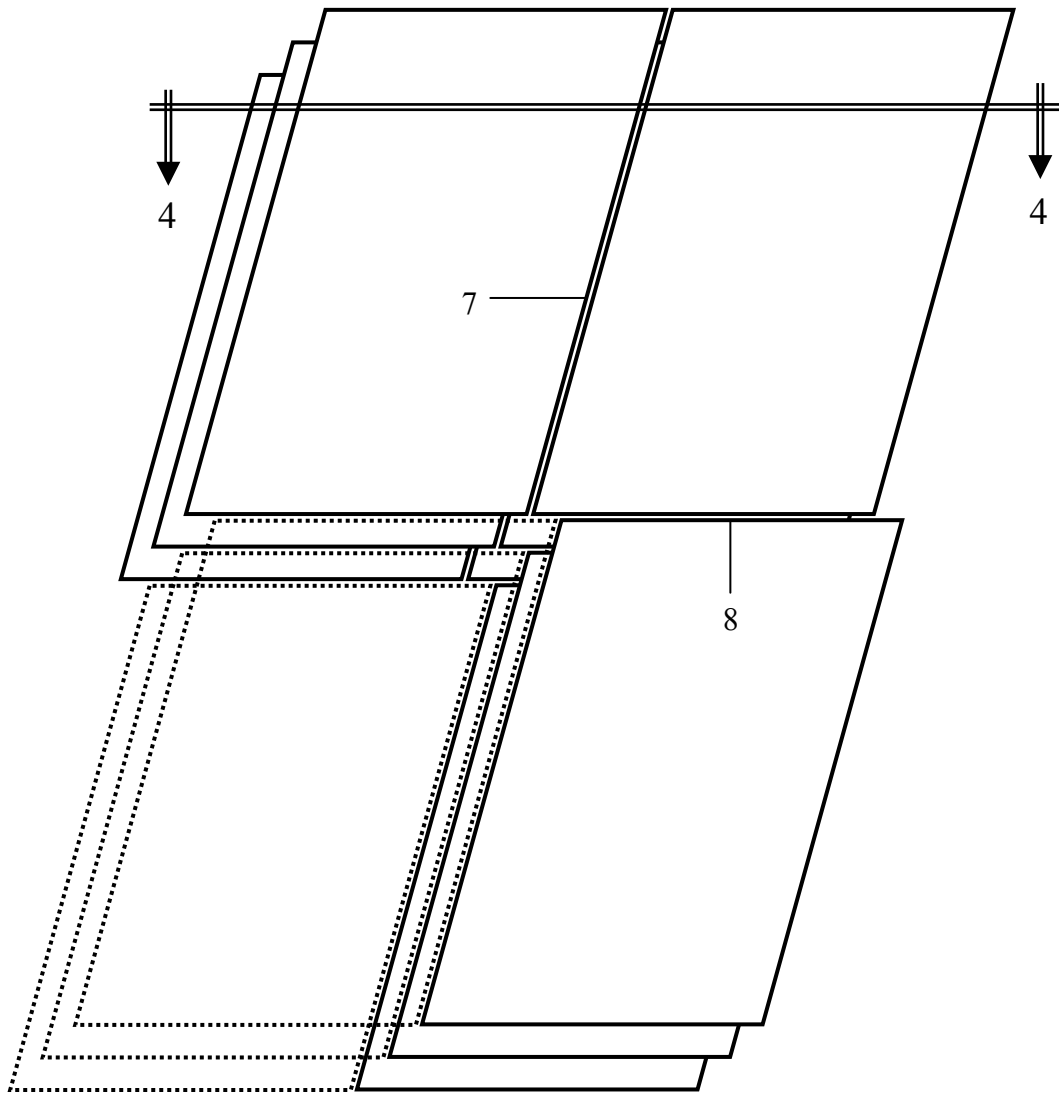


Fig. 3

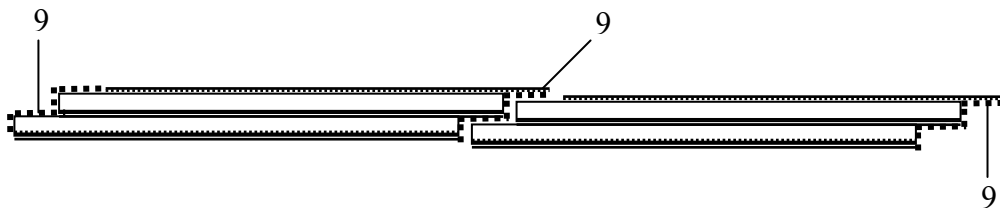


Fig. 4

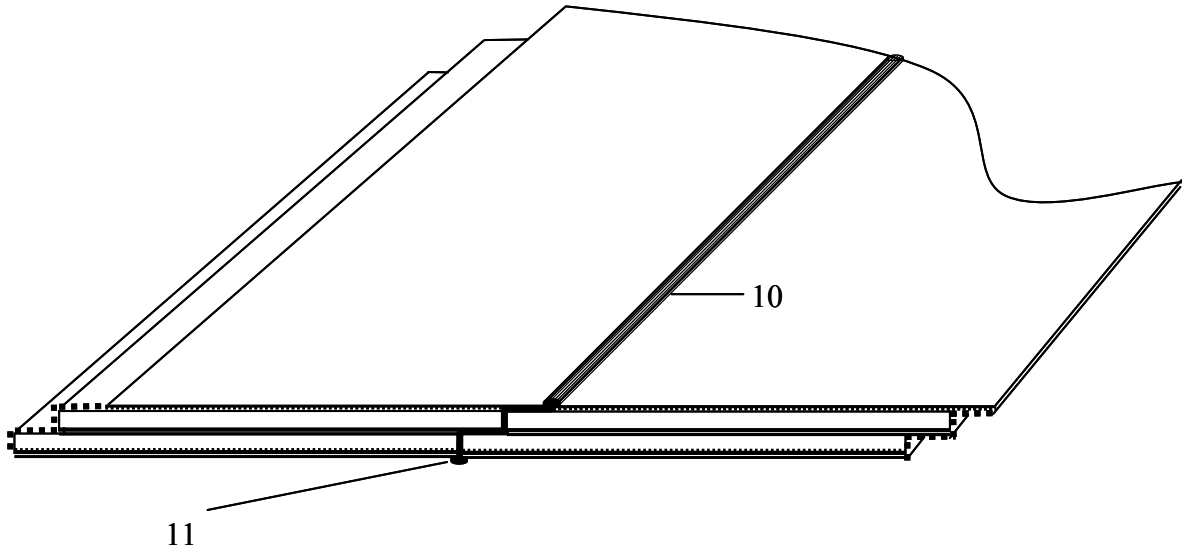


Fig. 5