

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①1 N° de publication : **2 632 244**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **88 07870**

⑤1 Int Cl⁴ : B 32 B 15/08, 15/14, 27/04; B 32 B 31/20;
B 29 C 53/56.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 3 juin 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 8 décembre 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : PECHINEY. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Serge Bompard ; Jean-Marie David ; Léon
Séraphin.

⑦3 Titulaire(s) : PECHINEY et Léon SERAPHIN: — FR.

⑦4 Mandataire(s) : Léon Séraphin, PECHINEY.

⑤4 Matériau composite métal-fibres-résine et son procédé de fabrication par enroulement en spirale à spires jointives.

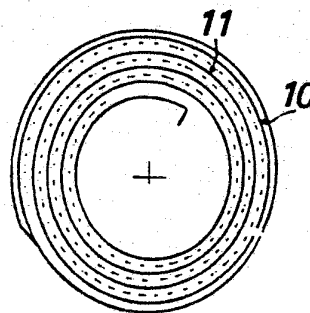
⑤7 L'invention concerne des produits composites métal-ré-
sine-fibres tels que barres, tubes, cônes, etc. en vue d'applica-
tions structurales. Le produit selon l'invention est constitué au
moins en partie de couches superposées formées à partir d'un
ensemble constitué d'une feuille ou bande métallique 10 et
d'une couche composite 11 fibres-résine, cet ensemble étant
enroulé sur lui-même à spires jointives.

Un procédé de mise en œuvre de l'invention consiste à
enrouler à spires jointives sur elle-même ou sur un mandrin
plein ou creux, une bande métallique plaquée d'une (ou plu-
sieurs couches) d'un (ou plusieurs) composit(e)s résine-fibres et
à polymériser de la résine.

Le mandrin peut être éventuellement retiré (produit tubu-
laire).

Les produits selon l'invention trouvent leurs principales ap-
plications dans les domaines suivants :

— sport, aérospatial, militaire, météorologie ou optique, aéro-
nautique, etc.



FR 2 632 244 - A1

D

A

L'invention concerne des produits composites : métal - résine - fibres tels que barres, tubes, cônes, etc... en vue d'applications structurales.

On connaît des éléments de structure constitués d'un tube métallique externe renforcé par un composite interne constitué de fibres longitudinales enrobées dans une résine. Un tel composite est décrit par exemple dans les demandes de brevet GB-A-2078338 ou FR-A-2569187.

On connaît également des tubes métalliques renforcés par fibres bobinées (circulairement, longitudinalement ou en hélice) extérieurement et imprégnés de résine. Un tel composite est décrit par exemple dans la demande de brevet GB-A-2189862.

De tels éléments structuraux tentent de rassembler les avantages des matériaux métalliques et composites à matrice organique renforcés par fibre en évitant les inconvénients correspondants.

Les inconvénients sont, essentiellement en vue des applications structurales, en particulier dans le domaine aérospatial, les suivants:

Pour les constituants métalliques :

- faible module d'Young
- 20 - faible résistance mécanique
- grand coefficient de dilatation thermique
- densité élevée

Pour les constituants résine + fibres

- reprise en eau
- 25 - mauvaise résistance à l'abrasion, l'usure ou au choc
- plasticité très faible
- difficulté d'assemblage (mécanique, par soudage, etc...)
- mauvaise résistance aux rayonnements
- anisotropie marquée.

30

Mais les procédés utilisés jusqu'ici nécessitent le positionnement des fibres dans le complexe à former avant injection de la résine, ce qui représente un travail long, délicat et fastidieux.

35 On connaît également des produits tubulaires composites constitués d'un

tube externe ou interne sur lequel sont enroulées une ou plusieurs couches de matières plastiques renforcées par des fibres (voir US-A-4131701 ou US-A-4214932). Cependant, ces produits ne présentent pas sur leurs faces externes finales un matériau de même nature, ce qui constitue un inconvénient lors de l'emploi, par exemple en ce qui concerne l'un ou l'autre des groupes d'inconvénients mentionnés ci-dessus.

La méthode selon l'invention se propose donc d'obtenir un produit présentant une (ou des) surface(s) externe(s) de même nature (métallique ou matière organique et/ou minérale), qui permet d'éliminer les inconvénients signalés ci-dessus.

Le produit selon l'invention est donc constitué au moins en partie de couches superposées formées à partir d'un ensemble constitué d'une feuille ou bande métallique et d'une couche composite plane résine + fibres, adjacente, cet ensemble étant enroulé sur lui-même en spirale à spires jointives, sous forme d'un tube, d'une barre pleine, d'un cône ou de toute autre surface développable; l'enroulement peut être effectué soit sur un noyau métallique central (mandrin d'enroulement) plein et se présentera alors sous forme d'une barre pleine, soit sur un tube métallique interne.

Le mandrin d'enroulement peut faire partie (ou non) du produit final.

Le métal ou alliage constituant la tôle est de préférence choisi parmi les matériaux à haute résistance spécifique; par exemple alliages d'aluminium de titane, aciers, etc. Les fibres sont de préférence choisies parmi celles ayant un haut module élastique ou une haute résistance telle que le carbone HR ou HM, le verre, les aramides, le bore, les polyamides, les polyesters; les résines sont choisies de préférence parmi les résines : époxydes, polyesters, polyimides polyuréthanes, phénoliques ou même thermoplastiques du type PET, PBT, PPEK, etc...

Les fibres peuvent se présenter sous forme de fibres longues, orientées parallèlement et/ou perpendiculairement à la direction longitudinale du tube ou même avec des orientations déterminées quelconques. Elles peuvent être courtes et orientées au hasard (feutre).

Le composite résine-fibres peut être lui-même constitué de plusieurs couches superposées (stratifié) de nature et/ou orientation des fibres différentes (par exemple des orientations croisées). Le composite résine-fibres utilisé est de préférence un "prepreg" (pré-imprégné) commercialement disponible, mais il est possible de le constituer, in situ, sur

l'une des faces de la bande ou de la tôle, et de prépolymériser la résine.

Un procédé de mise en oeuvre de l'invention décrite ci-dessus consiste:

- 5 a) à constituer un ensemble métal-résine-fibres par disposition face contre face d'une tôle ou bande métallique et d'une (ou plusieurs couches) d'un (ou plusieurs) composite(s) résine-fibres ou par constitution d'un tel composite in situ sur une face de la tôle ou de la bande.
- 10 b) à enrouler ledit ensemble à spires jointives sur lui-même ou sur un mandrin plein ou creux.
- c) à maintenir le produit obtenu en position
- 15 d) à polymériser (ou compléter la polymérisation) de la résine par maintien dans des conditions de température et temps appropriées (produit massif ou tubulaire).
- e) et éventuellement à retirer le mandrin (produit tubulaire).

20 Il est préférable que la feuille ou bande métallique constitue les parois latérales externe (et éventuellement interne) du produit obtenu, en raison des inconvénients signalés pour les composites fibres-résine.

25 Pour obtenir des produits de forme externe régulière, il est souhaitable que la bande ou tôle métallique soit plus longue que la (ou les) composite(s) fibres-résine utilisé(s) sur une longueur légèrement supérieure, à chaque extrémité, à celle des périmètres (interne et externe) du produit à obtenir, et que ces parties présentent un biseau régulier (dans le sens de l'épaisseur). On obtient ainsi des surfaces externes lisses, sans ressauts
30 notables, en particulier pour les feuilles ou bandes épaisses.

Bien que la description ci-dessus soit orientée essentiellement vers l'obtention de formes cylindriques circulaires, il est évident que la méthode s'applique également à des formes prismatiques de base polygonale
35 et à d'autres surfaces (ou volumes à surfaces) développables tels que des surfaces coniques.

Il est même envisageable de réaliser des pièces à surfaces non développables, par enroulement de bandes étroites du composite : métal-résine-

fibres (comme décrit ci-dessus).

Si le mandrin ne fait pas partie du produit final, il est avantageux de le concevoir démontable en plusieurs parties, afin de faciliter son extraction.

5

L'exemple suivant illustré par les figures 1 à 4 indique une méthode de mise en oeuvre de l'invention et les caractéristiques du produit obtenu.

10 La figure 1 représente schématiquement le dispositif d'enroulement utilisé, en élévation et vue de côté.

La figure 2 représente une vue perspective du dispositif expérimental avant enroulage (cylindres d'appui non représentés).

15 La figure 3 représente une coupe longitudinale du complexe avant enroulement, muni d'un biseau final sur une longueur l sensiblement égale au périmètre du produit.

La figure 4 représente une coupe transversale schématique du tube obtenu.

EXEMPLE DE REALISATION

20 La réalisation expérimentale suivante a été effectuée à l'aide d'une machine à enrouler sommaire constituée d'un bâti métallique 1,2 supportant un mandrin d'enroulement 4 placé entre deux cylindres d'appui 3. Un dispositif mécanique élastique 5,6 permet d'appliquer une certaine pression de contact entre les cylindres et le mandrin.

25 Le mandrin possède une rainure étroite 8 de quelques mm de profondeur sur toute sa longueur permettant l'engagement de la feuille métallique avant enroulement; il possède également un dispositif d'entraînement par manivelle 7.

Une tôle d'alliage d'Al 10 (5182 H19 suivant la nomenclature de l'Aluminium Association) de 0,19 mm d'épaisseur a été préparée de la façon suivante:

- 30 - dégraissage DIVERSEY 708 pendant 10 min à 60°C
- décapage sulfochromique pendant 20 min à 60-65°C

Le bain était constitué de:

acide sulfurique 66° Bé 15 l

acide chromique 5 kg

- 35 (ou bichromate de soude) (7,5 kg)

eau 85 l

-rinçage et séchage

puis a été recouverte dans sa partie centrale par un "prepreg" (pré-imprégné)

11 de la Société BROCHIER -ref. NCHM 174 130 M40- en 130 g/m² dont l'épaisseur après polymérisation est de 0,13 mm (50% fibres en vol.).

5 Ce prepreg est essentiellement constitué d'une chaîne de fibres unidirectionnelles de carbone noyées dans une résine époxyde, les fibres de carbone ayant été disposées dans le sens de la largeur du produit. Ce prepreg adhère à la feuille d'Al par simple pression manuelle.

La partie "arrière" 10b de la feuille d'Al a été enduite sur toute sa largeur 12 d'un adhésif "AV 119" de CIBA-GEIGY (époxy mono-composant).

10 L'extrémité avant 10a de la tôle d'Al 10 a été introduite dans la rainure 8 du mandrin puis l'ensemble a été roulé sur le mandrin 4, la dernière spire étant en Aluminium appliqué sur lui-même. Le tube ainsi obtenu a été maintenu en position par une bande adhésive armée, puis l'ensemble tube-mandrin a été extrait de la machine de roulage.

15 Après la pose des colliers métalliques de maintien, l'ensemble tube-mandrin a été introduit dans une étuve de polymérisation pendant 1h à 120°C. Après polymérisation, les colliers de maintien ont été otés et le mandrin interne a été retiré.

20 Le tube composite ainsi obtenu dont la structure en coupe est schématisée à la figure 4 et dont les fibres de carbone sont disposées dans une direction parallèle à l'axe, ayant 600 mm de long, un diamètre intérieur de 25 mm et une épaisseur de 1,9 mm, possède les caractéristiques mécaniques suivantes en comparaison avec les caractéristiques d'un tube 5182 H19 et d'un tube composite "BROCHIER".

25

	Tube composite	Tube 5182 H19	Tube "BROCHIER"
Densité d	2,26	2,67	1,43
Module d'Young(MPa)	145 150	71 000	187 340
30 Charge de rupt.R (MPa)	637	426	761
"spécifique (R/d)	282	160	532
Coef.de dilatation (10 ⁻⁶ /°C)	9,5	23,9	- 0,5

35 Les produits selon l'invention présentent les avantages suivants :

- simplicité de fabrication donc coûts peu élevés
- facilité d'assemblage avec des organes de liaison métalliques
- grande rigidité

- légèreté
- faible coefficient de dilatation
- résistance aux rayons cosmiques, à l'abrasion,...

- 5 Ils trouvent leurs applications principales dans les secteurs suivants:
- sport : cadre de vélo, flèches, bâtons de ski, piolets, cannes à pêche, mats de voiliers, ULM, etc.
 - aérospatial : structures orbitales
 - militaire : éléments de ponts, piquets de tente
- 10 - météorologie ou optique, etc
- aéronautique: biellettes de commande, etc...

REVENDEICATIONS

1. Produit composite métal-fibres-résine caractérisé en ce qu'il est constitué au moins en partie de couches superposées formées par l'ensemble constitué d'une feuille ou bande métallique (10) et d'une couche composite fibres-résine adjacente (11), enroulé en spirale à spires jointives.
5
2. Produit composite selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il s'agit d'un produit plein dont la surface latérale externe est métallique.
10
3. Produit selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il s'agit d'un produit creux dont les surfaces latérales interne et externe sont métalliques.
- 15 4. Produit selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que les extrémités initiale et finale (10a,10b) de la feuille ou bande métallique (10) sont biseautées sur une longueur sensiblement égale à celle du périmètre correspondant de la section droite du produit obtenu.
- 20 5. Produit selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la feuille métallique est en Al ou alliages d'Al.
6. Produit selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que les fibres utilisées sont des fibres de carbone à haut module.
- 25 7. Produit selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que la résine utilisée est une résine époxyde.
8. Procédé d'obtention d'un produit selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que :
30 a) on dispose face contre face une tôle ou une bande métallique et une ou plusieurs couches d'un composite résine-fibres pré-imprégné
b) on enroule ledit ensemble à spires jointives sur lui-même ou sur un mandrin plein ou creux
35 c) on maintient le produit obtenu en position
d) on complète la polymérisation de la résine par maintien dans des

conditions de temps et température appropriées
e) on retire éventuellement le mandrin.

- 5 9. Procédé d'obtention d'un produit selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que :
- a) on constitue sur une face d'une tôle ou bande métallique une (ou plusieurs) couche(s) d'un composite résine-fibres
 - b) on prépolymérise
 - c) on enroule ledit ensemble à spires jointives sur lui-même ou sur
 - 10 un mandrin plein ou creux.
 - d) on maintient le produit obtenu en position
 - e) on polymérise la résine
 - f) on retire éventuellement le mandrin
- 15 10. Bande composite constituée d'une feuille ou bande métallique et d'un composite résine-fibres pré-imprégné destiné à la réalisation des produits selon les revendications 1 à 7.

2632244

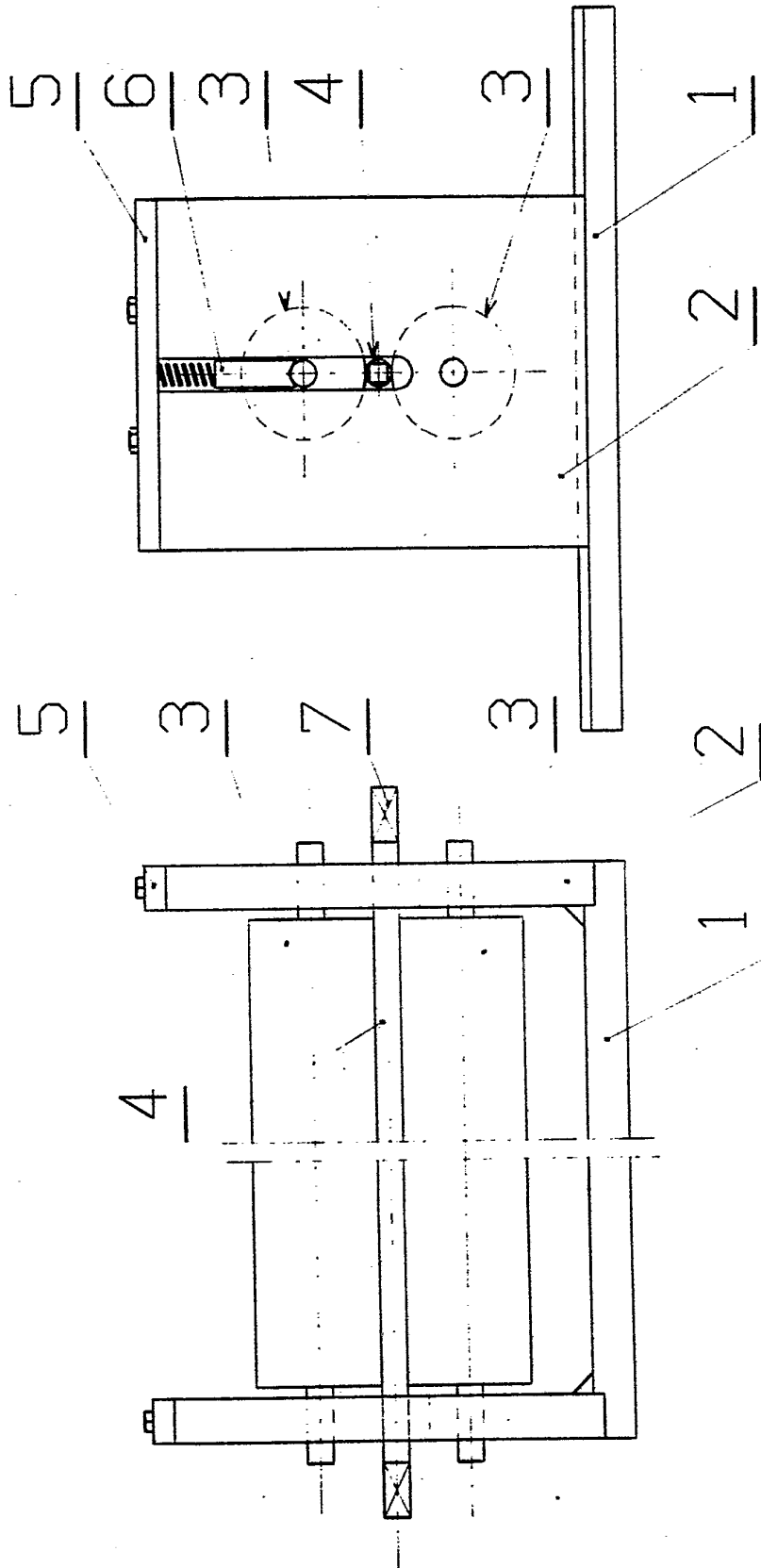


FIG 1

2632244

