

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 496 836

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 27354**

(54) Jambe de force pour la transmission d'efforts de traction et de compression.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). F 16 S 3/00; B 32 B 1/08.

(22) Date de dépôt..... 23 décembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 25-6-1982.

(71) Déposant : Société dite : MAN, MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NURNBERG AG, résidant
en RFA.

(72) Invention de : Horst Würtinger, Glissmann et Herbert Heissler.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger,
115, bd Haussmann, 75008 Paris.

La présente invention concerne une jambe de force pour la transmission des forces de traction et de compression, jambe de force destinée à recevoir des efforts longitudinaux de traction et de compression, jambe de force composée d'un
5 enroulement tubulaire formé de fibres de renforcement dans de la matière synthétique sur un noyau de support, ayant à chaque extrémité un capuchon bombé, muni en son centre d'un goujon extérieur, l'enroulement s'arrêtant sur la partie bombée qui sert de capuchon de traction et comporte un capuchon de pression
10 fixé sur le goujon extérieur et qui entoure la partie arrondie de l'enroulement.

L'organe résistant à des efforts de compression et de traction longitudinales décrit au DE-21 46 783, et qui correspond au type ci-dessus, nécessite un enroulement fait avec
15 un angle d'enroulement relativement important sur la partie cylindrique car cet enroulement passe sur la surface du capuchon polaire, géodésique ou arrondi, et en outre il est prévu un goujon extérieur. La résistance des fibres aux contraintes de traction et de pression longitudinales de cet organe, est
20 relativement peu utilisée ; de plus, la rigidité de l'enroulement n'est pas optimale. Le noyau plein est réalisé en matière expansée pour avoir une pièce résistant aux efforts de traction et de compression longitudinales qui soit aussi légère que possible. Le noyau de cette pièce ne participe pas aux efforts
25 résultant de contraintes de traction et de compression longitudinales.

Le document DE-AS 11 88 793 décrit un tube dont l'intérieur résiste à la compression et qui comporte des brides d'extrémité ainsi qu'un enroulement réalisé sur un tube à noyau
30 en matière synthétique, et qui n'est pas renforcé par des fibres. Cet enroulement est constitué par des fibres périphériques destinées à absorber les contraintes de pression interne ainsi que de fibres longitudinales qui sont guidées autour de goujons prévus sur les brides d'extrémité. Seule la pression
35 interne et non des efforts de traction ou de compression longitudinales agissent sur le tube. Cet organe ne constitue pas une jambe de force, et en aucun cas ne peut être assimilé à une entretoise ou jambe de force résistant aux efforts longitudinaux de traction et de compression. Ce n'est que pour des
40 pressions internes élevées que les fibres longitudinales sont

sollicitées en traction.

Les fibres longitudinales dont l'angle d'enroulement est très faible, passent sur un goujon de la couronne puis changent de direction pour aller sur un autre goujon qui 5 se trouve à un intervalle de quelques goujons, sur la couronne et de là, les fibres reviennent vers l'autre bride. Dans le cas de tels goujons radiaux et de couches de fibres, l'angle de déviation des fibres est très aigu au niveau du renvoi et malgré des moyens de réduction, onéreux (entre autres de cou- 10 ronnes de goujon à chaque extrémité de tubes garnis de goujons séparés d'intervalles) la contrainte de traction, autorisée des fibres est relativement faible. Or, cela suffit dans ce cas puisque la pression interne est absorbée pour l'essentiel par les fibres périphériques.

15 La présente invention a pour but de créer une jambe de force du type indiqué dans le préambule, permettant de recevoir des contraintes longitudinales plus importantes dans le matériau combiné à base de fibres, et pour recevoir des contraintes de pression et de traction longitudinales plus 20 grandes.

A cet effet, l'invention concerne une jambe de force de type ci-dessus, caractérisée en ce que l'enroulement de la jambe de force comprend des fibres longitudinales qui passent sur les deux parties bombées autour de tiges solidaires 25 des parties bombées en étant inclinées vers l'extérieur, et dont le noyau est constitué par un tube en matière synthétique renforcée par des fibres, et qui est fixé sur chaque goujon intérieur des capuchons de traction pour participer à la transmission des efforts longitudinaux de compression et/ou de 30 traction.

La traction longitudinale est absorbée soit par l'enroulement seul, soit par l'enroulement et le tube formant le noyau, alors que la compression longitudinale est absorbée par le tube et l'enroulement. Contrairement à la pièce connue 35 résistant aux efforts longitudinaux de traction et de compression, et contrairement au tube à brides, dans la jambe de force selon l'invention, le noyau ou le tube formant le noyau participe à la transmission des efforts lorsque cette jambe de force est sollicitée par des contraintes longitudinales ; comme le 40 tube est renforcé par des fibres, sa résistance aux efforts est

relativement importante. Le matériau combiné renforcé par des fibres ou l'enroulement, permettent d'absorber des contraintes de traction relativement importantes, malgré la partie bombée et le goujon extérieur car on utilise des fibres longitudinales
5 qui passent sur des tiges pour être déviées au niveau du goujon extérieur, et sont ainsi dirigées par ces tiges, dans une direction inclinée vers l'extérieur ; l'angle de déviation au niveau d'une tige et, par suite, les contraintes de cisaillement à cet endroit exercées sur la fibre longitudinale sont
10 relativement faibles notamment plus faibles que pour des tiges radiales ou axiales ; les tiges selon l'invention sont inclinées et sont prévues sur la partie bombée ; plus grande est la partie bombée ou son rayon de courbure au niveau des tiges et plus on peut solliciter les fibres longitudinales dans la
15 direction longitudinale. La résistance à la traction pour les fibres longitudinales est ainsi d'autant plus utilisée. Entre la partie arrondie de l'enroulement et la partie bombée de la pièce il existe une liaison par la forme, dans la direction longitudinale car pour les contraintes de traction, les fibres
20 sont accrochées à la fois aux tiges inclinées et à la partie bombée.

La partie bombée et les tiges inclinées qu'elle porte, conviennent bien pour assurer une déviation avantageuse au plan de la fabrication pour les fils longitudinaux lors du
25 bobinage. De ce fait, les fils longitudinaux ne glissent pas des tiges. Cela s'applique également pour une charge par des contraintes longitudinales de traction. Dans les deux cas, les tiges inclinées absorbent les composantes latérales des efforts s'exerçant sur les fibres longitudinales. De cette façon,
30 l'enroulement peut recevoir des contraintes de traction longitudinale importantes sans que le tube formant le noyau ou le support ne reçoive des efforts de traction plus importants. Les fibres longitudinales permettent également de recevoir des contraintes de pression plus importante dans le matériau composé
35 à base de fibres ou d'enroulement. L'enroulement peut ainsi absorber des contraintes de pression longitudinales plus grandes sans qu'il soit nécessaire d'augmenter les dimensions du tube du noyau de support. De plus, la rigidité de la jambe de force ou de l'enroulement est plus grande que dans le cas de la pièce
40 connue, destinée à résister aux efforts longitudinaux de com-

pression et de traction. L'invention permet ainsi d'obtenir une jambe de force résistant aux efforts longitudinaux de traction et de compression, qui soit creuse et légère, satisfasse à des conditions très strictes et reste néanmoins peu coûteuse.

Suivant une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'angle entre les tiges inclinées et la direction longitudinale de la jambe de force est compris entre 45 et 15° ; il est notamment égal à 30°. Cette plage angulaire ou cet angle choisi pour les tiges inclinées sont particulièrement intéressants.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, les tiges inclinées sont réparties pour former une seule couronne sur la partie bombée. Il suffit d'une seule couronne de tige inclinée à chaque extrémité, ce qui constitue une solution simple.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, les tiges inclinées sont soutenues vis-à-vis des efforts de traction longitudinaux des fibres longitudinales par les fibres périphériques enroulées sur la partie bombée, axialement vers l'intérieur, à côté des tiges et autour des fibres longitudinales. Les tiges inclinées et les fibres périphériques d'appui de ces tiges arrivent dans la direction radiale, en général jusqu'au diamètre extérieur de la partie cylindrique de l'enroulement.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, le début de l'épaulement du goujon intérieur constitue un appui axial pour le tube de support. Cela permet de fixer axialement de façon simple le tube de support pour les efforts de compression longitudinale.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, le tube de support est collé sur le goujon intérieur. Par ce collage (liaison par la force) le tube de support reçoit une partie de l'effort longitudinal de traction. Si le collage devait ne pas résister, la traction longitudinale est alors reprise par l'enroulement.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, le volume compris, d'une part, entre la partie arrondie de l'enroulement et les tiges, et, d'autre part, le couvercle de pression est rempli d'une masse coulée, durcie. Cette masse

permet la transmission de la compression longitudinale. Cette masse durcissable est en particulier une résine synthétique telle qu'une résine époxy ou un système de résine synthétique composé d'une résine synthétique et d'un durcisseur avec éven-
5 tuellement un accélérateur de prise. Cela s'applique de façon générale également à la matière synthétique de l'enroulement et du tube de support. Les fibres longitudinales de la matière synthétique du tube de support augmentent également les efforts acceptables des contraintes de compression et de traction longi-
10 tudinales s'exerçant sur la jambe de force.

Suivant une autre caractéristique, l'enroulement qui va des tiges inclinées d'un couvercle de traction vers l'autre comporte des fibres périphériques qui entourent les fibres longitudinales.

15 Suivant une autre caractéristique, on a prévu des fibres périphériques entourant des fibres longitudinales sur le tube de support. Ces différents moyens servent en particulier à éviter que les fibres longitudinales ne puissent sortir sous l'effet d'efforts de compression longitudinale. En général, les
20 fibres périphériques d'appui des tiges ont une extrémité plus épaisse pour l'enroulement, dans la direction radiale, vers l'intérieur.

Les fibres de renforcement de la jambe de force selon l'invention sont en particulier des fibres en carbone.

25 Les fibres longitudinales se présentent sous la forme d'une couche de fibres longitudinales ou de plusieurs couches de fibres longitudinales qui se font directement suite dans la direction radiale ; les fibres périphériques sont du même type. Des répartitions alternées constituent des solutions avanta-
30 geuses.

L'épaisseur de l'enroulement est en général supérieure à l'épaisseur du tube de support, par exemple le double de cette épaisseur.

La jambe de force selon l'invention peut être
35 utilisée comme entretoise ou barreau léger, par exemple pour la réalisation d'échafaudages en particulier pour une plate-forme spatiale, des tringleries de commande pour des avions ou des véhicules ou encore comme élément de structure dans la construction des satellites ou des fusées.

40 La présente invention sera décrite plus en détails

à l'aide des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe partielle, axiale, d'une extrémité de jambe de force selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe à échelle

5 agrandie du détail du cercle A de la figure 1.

La jambe de force se compose d'un tube de support 10, cylindrique, ayant à chacune de ses extrémités un capuchon de traction 11 à section circulaire, un enroulement 12 de forme cylindrique (tube extérieur) et un capuchon de compression 13 10 à section circulaire ainsi qu'une tête d'articulation 14 à chaque extrémité. Le tube de support 10 et l'enroulement 12 sont en résine synthétique renforcée par des fibres. L'enroulement a un diamètre extérieur d'environ 50 mm, une longueur par exemple de 220 mm, 400 mm ou 1000 mm.

15 Le tube de support 10 est réalisé (par enroulement) sur une broche d'enroulement non représentée ; ce tube se compose d'une couche de fibres longitudinales (tissu unidirectionnel (UD) pour recevoir des contraintes de traction et de compression) et d'une couche de fibres périphériques qui entoure 20 la couche de fibres longitudinales. L'épaisseur de la paroi du tube 10 est de 0,5 mm. Chaque capuchon de traction 11 comporte un goujon intérieur 15, dont la partie extérieure est cylindrique, et dont le rayon extérieur est inférieur de l'épaisseur de paroi du tube support 10 par rapport au rayon de la périphérie extérieure du capuchon de traction 11, entre l'épaulement 25 16 et le début de l'arrondi 17 du capuchon de traction 11. A chacune de ses extrémités et jusqu'à l'épaulement 16, le tube 10 est sur le goujon intérieur 15 en étant collé à celui-ci.

La partie bombée 17 a une section longitudinale 30 circulaire et son rayon correspond sensiblement à 1/6ème du diamètre extérieur de la partie cylindrique extérieure 18 du capuchon de traction 11, c'est-à-dire environ 8 mm. La partie bombée 17 devient une surface conique 19 très ouverte, qui forme elle-même un angle obtus avec la direction longitudinale 35 23 (sur l'axe 20 du tube 10) dirigée vers l'extérieur selon l'axe dans le cas de la jambe de force représentée. Les tiges métalliques 22, droites, se trouvent au niveau de l'arrondi 21 du capuchon de traction 11. Ces tiges 22 sont réparties suivant une seule couronne à chaque extrémité de la jambe de force et 40 sont inclinées vers l'extérieur c'est-à-dire que l'angle α

entre chaque tige 22 et la direction longitudinale 23 à l'extrémité correspondante de la jambe de force, est d'environ 30°. Les tiges 22 sont situées sur la partie bombée 17 plus près de l'extrémité de cette partie bombée 17 radialement à l'intérieur 5 que sur l'extrémité radialement à l'extérieur. Le capuchon de traction 11 comporte un goujon extérieur 24.

L'enroulement 12 est réalisé (enroulé) sur l'ensemble formé par le tube 10 et les capuchons de traction 11 ; cet enroulement se compose d'une couche 25 de fibres longitudinales (encore appelées Roving) et d'une couche 26 de fibres périphériques qui entourent la couche 25. L'angle d'enroulement des fibres longitudinales est très faible ou égal à 0 (fibres parallèles à l'axe 20). L'épaisseur de la partie cylindrique de l'enroulement 12 est de 1,0 mm. Les fibres longitudinales 10 de l'enroulement 12 passent en continu sur la partie bombée 17 et entourent les tiges 22 ; les fibres longitudinales passent autour d'une tige puis elles passent au voisinage du goujon extérieur 24 (voir les segments de fibres longitudinales 27) pour aller sur une autre tige 22 entourer celle-ci et revenir 15 sur la partie bombée 17 puis aller vers les tiges 22 prévues sur l'autre capuchon de traction 11. Les fibres périphériques 26 prévues au niveau du faisceau 28 servent d'appui pour les tiges 22. Le capuchon de compression 13 est vissé sur le goujon extérieur 24 jusqu'au niveau de la masse de coulée 29, durcie.

25 La partie de cylindre creux 30 du capuchon de compression 13 est collée sur l'extrémité de la partie cylindrique de l'enroulement 12.

La tête d'articulation 14 est vissée à travers le capuchon de traction 11 et est fixée au goujon extérieur 24 30 par un écrou 31. Les éléments de transmission des efforts c'est-à-dire les capuchons de traction 11 et les capuchons de compression 13 sont en métal, notamment en un métal léger tel que par exemple de l'aluminium.

La résistance à la traction du matériau composé 35 à base de fibres de l'enroulement et du tube de support est supérieure à la résistance à la compression de ce même matériau. Dans le cas de cet exemple de réalisation, la différence est supérieure à 50 % ; l'effort de traction maximum est égal à l'effort de compression maximum ; le produit de la résistance 40 à la traction et de la section de l'enroulement 12 (en suppo-

sant que le tube 10 ne soit pas chargé en traction) est égal au produit de la résistance à la compression et de la section de l'enroulement 12 et du tube 10 :

$$P_{\text{traction max}} = P_{\text{pression max}} = \sigma_{\text{traction}} \cdot F_{12} = \sigma_{\text{pression}} \cdot F_{12+1}$$

R E V E N D I C A T I O N S

- 1°) Jambe de force destinée à recevoir des efforts longitudinaux de traction et de compression, jambe de force composée d'un enroulement tubulaire formé de fibres de renforcement dans de la matière synthétique sur un noyau de support, ayant à chaque extrémité un capuchon bombé, muni en son centre d'un goujon extérieur, l'enroulement s'arrêtant sur la partie bombée qui sert de capuchon de traction et comporte un capuchon de pression fixé sur le goujon extérieur et qui entoure la partie arrondie de l'enroulement, jambe de force caractérisée en ce que l'enroulement (12) de la jambe de force comprend des fibres longitudinales (25) qui passent sur les deux parties bombées (17) autour de tiges (22) solidaires des parties bombées (17) en étant inclinées vers l'extérieur, et dont le noyau est constitué par un tube (10) en matière synthétique renforcée par des fibres, et qui est fixé sur chaque goujon intérieur (15) des capuchons de traction (11) pour participer à la transmission des efforts longitudinaux de compression et/ou de traction.
- 2°) Jambe de force selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'angle (α) compris entre les tiges inclinées (22) et la direction longitudinale (23) de la jambe de force est compris entre 45° et 15° et est notamment égal à 30° .
- 3°) Jambe de force selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que les tiges inclinées (22) sont réparties suivant une seule couronne sur la partie bombée.
- 4°) Jambe de force selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les tiges inclinées (22) sont soutenues par rapport à la traction longitudinale exercée par les fibres longitudinales (25) par l'intermédiaire de fibres périphériques (26) qui sont enroulées sur la partie bombée (17), axialement à côté des tiges (22) autour des fibres longitudinales (25).
- 5°) Jambe de force selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'épaulement (16) qui est prévu au début du goujon d'extrémité (15) détermine la longueur axiale du tube (10).
- 6°) Jambe de force selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le tube (10) est collé sur chaque goujon intérieur (15).

7°) Jambe de force selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le volume compris, d'une part, entre la partie arrondie de l'enroulement (12) des tiges (22) et, d'autre part, entre le capuchon de pression (13) 5 est rempli d'une masse coulée (29) durcissable.

8°) Jambe de force selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le tube (10) comporte des fibres longitudinales.

9°) Jambe de force selon l'une quelconque des 10 revendications 1 à 8, caractérisée en ce que l'enroulement compris entre les tiges inclinées (22) d'un capuchon de traction (11) et les tiges (22) de l'autre capuchon de traction (11) sont munis de fibres périphériques (26) enroulées autour des fibres longitudinales (25).

15 10°) Jambe de force selon la revendication 8, caractérisée en ce que le tube (10) comporte des fibres périphériques qui sont enroulées autour des fibres longitudinales.

Fig.1

