

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 497 173

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 27593**

(54) Butée lamifiée de forme courbe, notamment pour rotor d'hélicoptère.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). B 64 C 27/35.

(22) Date de dépôt..... 26 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° 26 du 2-7-1982.

(71) Déposant : Société anonyme dite : SOCIETE NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE,
résidant en France.

(72) Invention de : René Louis Coffy et Jean Jacques Emile Azeau.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Armengaud Jeune, Casanova, Akerman, Lepeudry,
23, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

La présente invention concerne les butées lamifiées constituées par un empilement de couches alternées de matière souple, par exemple élastomère, et d'un matériau résistant et rigide.

On sait que l'aptitude d'un organe comportant une certaine épaisseur de matière souple et élastique à supporter une charge de compression peut être multipliée par un facteur élevé par incorporation de couches parallèles distantes d'un matériau non extensible. Simultanément, l'élasticité dans cette direction perpendiculaire est réduite de façon correspondante. Pour une épaisseur de matière souple et élastique donnée, l'élasticité sous l'action des forces de compression diminue progressivement lorsque le nombre de couches augmente. Simultanément, la charge de compression qui peut être supportée dans cette direction augmente en proportion. L'aptitude de la matière souple à se déformer en rotation, le long des couches, n'est pratiquement pas affectée cependant par la présence des couches intermédiaires de matériau inélastique.

On sait donc réaliser des butées qui présentent une forte rigidité à l'écrasement en direction perpendiculaire aux couches mais admettant des déformations importantes dans le plan des couches, sans que les propriétés élastiques et/ou viscoélastiques de la matière souple soient modifiées.

On utilise couramment de telles butées lamifiées dans les diverses articulations des rotors d'hélicoptères, étant donné leurs excellentes propriétés. Cependant, on constate que ces butées présentent une certaine fatigue lorsqu'elles subissent des mouvements alternés axiaux et angulaires combinés. La tenue à la fatigue d'une telle butée dépend essentiellement des contraintes de compression et des sollicitations dynamiques et statiques combinées auxquelles elle est soumise.

Le brevet redélivré des Etats-Unis d'Amérique n° 30 262 décrit une butée lamifiée de forme courbe dont la

tenue à la fatigue est excellente. Le perfectionnement décrit dans ce brevet repose sur la constatation du fait que la fatigue préférentielle se manifeste dans la couche interne de matière souple qui a le plus petit rayon. Selon ce brevet, la fatigue de cette couche interne est réduite par une meilleure répartition des efforts. Selon ce brevet, les couches de matière souple sont sous forme de calottes sphériques dont les épaisseurs croissent progressivement vers l'extérieur. Ce perfectionnement se révèle effectivement efficace et il est avantageux que les butées lamifiées selon l'invention le comportent aussi.

On a aussi constaté que non seulement les efforts n'étaient pas régulièrement répartis de l'intérieur vers l'extérieur mais aussi que, dans une même couche de matière souple, ils n'étaient pas les mêmes au centre et vers les bords. Si on analyse la répartition des contraintes de compression dues à un effort d'écrasement et l'amplitude de la déformation de la matière souple due à une rotation de la butée, on constate que les contraintes de compression sont maximales au centre de la butée et minimales à sa périphérie alors que, à l'inverse, l'amplitude de la déformation est maximale à la périphérie de la butée et minimale au centre.

L'invention concerne plus précisément une amélioration de la tenue à la fatigue de telles butées lorsqu'elles sont soumises à des sollicitations dynamiques dont les déformations comportent une rotation.

L'augmentation de la durée de vie est obtenue par disposition d'une plus grande épaisseur de matière souple dans les zones où l'amplitude de la déformation est la plus importante, ces zones étant les plus éloignées de l'axe de rotation. Inversement, dans les zones où l'amplitude de la déformation est plus faible, les épaisseurs de matière souple sont plus faibles afin que la résistance et la rigidité à l'écrasement soient améliorées.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 179 400 décrit un ressort de torsion formé par empilement, entre

deux armatures tronconiques, de couches alternées de matière souple et de matériau résistant et inélastique. Selon ce brevet, les armatures interne et externe sont parallèles et la variation d'épaisseur des couches de matière souple, 5 croissant de l'intérieur vers l'extérieur, est obtenue par variation d'épaisseur des couches de matériau rigide, décroissant de l'intérieur à l'extérieur. Cette réalisation présente des inconvénients car elle nécessite la réalisation, pour la formation des couches de matériau résistant et rigide, d'éléments ayant une épaisseur qui varie. Il n'est donc 10 pas possible de réaliser des organes par simple emboutis- sage de tôles.

L'invention remédié aux inconvénients du dispositif décrit dans ce brevet par utilisation de couches correspondant sensiblement à des calottes sphériques dont les centres de courbure sont décalés suivant un axe de symétrie de la butée lamifiée.

Plus précisément, l'invention concerne une butée lamifiée de forme courbe et symétrique autour d'un axe, 20 du type qui comprend une armature interne présentant une surface convexe et une armature externe présentant une surface concave, des couches alternées de matière souple et de matériau résistant et rigide étant disposées entre les deux armatures ; dans chaque plan axial, les rayons de cour- 25 bure moyens des couches successives de matière souple augmentent plus vite que la somme des épaisseurs mesurée à partir de l'arma- ture interne si bien que ces couches ont une épaisseur variable suivant leur étendue. L'épaisseur augmente donc de la région voisine de l'axe vers les bords.

Il est avantageux que la butée lamifiée de forme courbe soit du type dans lequel les épaisseurs des couches successives de matière souple sont de plus en plus grandes dans le sens de l'armature intérieure vers l'armature extérieure.

Il est avantageux que les surfaces convexe et concave des armatures soient des portions de surfaces sphériques et soient disposées autour d'un même axe de symétrie, les

couches alternées successives étant limitées elles aussi par des portions de surfaces sphériques, les centres de ces portions de surfaces sphériques étant disposés de plus en plus du côté de l'armature interne lorsque les couches sont dis-
5 posées de plus en plus du côté de l'armature externe.

Il est avantageux que les couches de matériau rigide aient une épaisseur constante et que seules les couches de matériau souple aient une épaisseur variable. De cette manière, les couches de matériau rigide peuvent
10 être formées par simple emboutissage d'une tôle.

En outre, il est avantageux que le matériau résistant, rigide et inextensible des couches soit un métal ou une matière plastique armée, et que la matière souple soit un élastomère.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe axiale d'une butée lamifiée de forme courbe de type connu ; et
- 20 - la figure 2 est une coupe axiale d'une butée lamifiée de type courbe selon l'invention.

La figure 1 représente une butée lamifiée de type courbe connue, comprenant une armature interne 10 ayant une surface hémisphérique 12 de rayon R_i . Une armature externe
25 14 a une surface concave 16 de rayon R_e . Entre les deux armatures, des couches alternées 18 de matériau résistant et rigide et 20 de matière souple sont empilées. Les couches de matériau résistant et rigide 18 sont avantageusement formées par des coupelles embouties d'épaisseur relativement faible et sensiblement constante. Il s'agit par exemple de coupelles d'acier. Il peut cependant aussi s'agir d'une matière plastique armée de fibres de verre par exemple. Les couches 20 de matière souple sont avantageusement formées d'un élastomère et on note que l'épaisseur de
30 ces couches augmente progressivement de l'armature interne 10 à l'armature externe 14. Cette butée a donc le perfectionnement décrit précédemment en référence au brevet redélivré
35

des Etats-Unis d'Amérique n° 30 262.

La figure 2 représente une butée lamifiée analogue à celle de la figure 1 mais comprenant le perfectionnement selon l'invention. Sur la figure 2, l'armature interne 5 10 ayant une surface convexe 12 et l'armature externe 14 ayant une surface concave 16 sont semblables aux éléments correspondants de la butée de la figure 1. Par contre, les couches alternées sont différentes. En effet, elles comportent des couches 22 d'un matériau résistant et rigide et des 10 couches 24 d'une matière souple.

Les couches 22 de matériau résistant et rigide sont encore formées par des coupelles embouties, avantagusement d'acier, ayant une épaisseur sensiblement constante. Cependant, alors que, dans la butée de la figure 1, les centres 15 de courbure de toutes les coupelles 18 sont confondus en un même point O, les centres de courbure des différentes coupelles 22 du mode de réalisation de la figure 2 sont décalés.

Plus précisément, sur la figure 2, le point 26 représente le centre de courbure de la surface convexe de l'armature interne 10. Le point 38 représente le centre de courbure de la surface concave de l'armature externe 14. Entre ces deux points, les centres de courbure 28, 30, 32, 34 et 36 des différentes coupelles 22 sont échelonnés si bien 25 que les espaces séparant deux coupelles ou une coupelle et la surface d'une armature adjacente n'ont pas une épaisseur constante. Comme les centres de courbure s'écartent progressivement de plus en plus du côté de l'armature interne lorsque les coupelles sont placées de plus en plus du côté 30 de l'armature externe, les espaces délimités ont donc une épaisseur minimale au voisinage de l'axe 40 de symétrie de la butée et une épaisseur maximale vers les bords. Ainsi, selon l'invention, l'épaisseur de la matière souple est minimale à l'endroit où les contraintes de compression sont 35 maximales et est maximale à l'endroit où les déformations ont une amplitude maximale.

On soumet les deux butées lamifiées représentées

sur les figures 1 et 2 à des essais simulant une utilisation dans un rotor d'hélicoptère, c'est-à-dire des essais au cours desquels les armatures présentent des mouvements mutuels alternés axiaux et angulaires combinés. On constate que la 5 tenue en fatigue de la butée selon l'invention est pratiquement égale au double de celle de la butée lamifiée de type connu.

L'armature interne et l'armature externe peuvent être en toute matière ayant une résistance mécanique convenable, et elles sont en général formées d'un métal. Les 10 couches de matériau résistant et rigide sont formées d'une matière inextensible qui est le plus souvent un métal. La matière souple peut être avantageusement un élastomère. Il convient évidemment que l'élastomère adhère partout moyen connu sur 15 le matériau résistant et rigide des coupelles intermédiaires et des armatures.

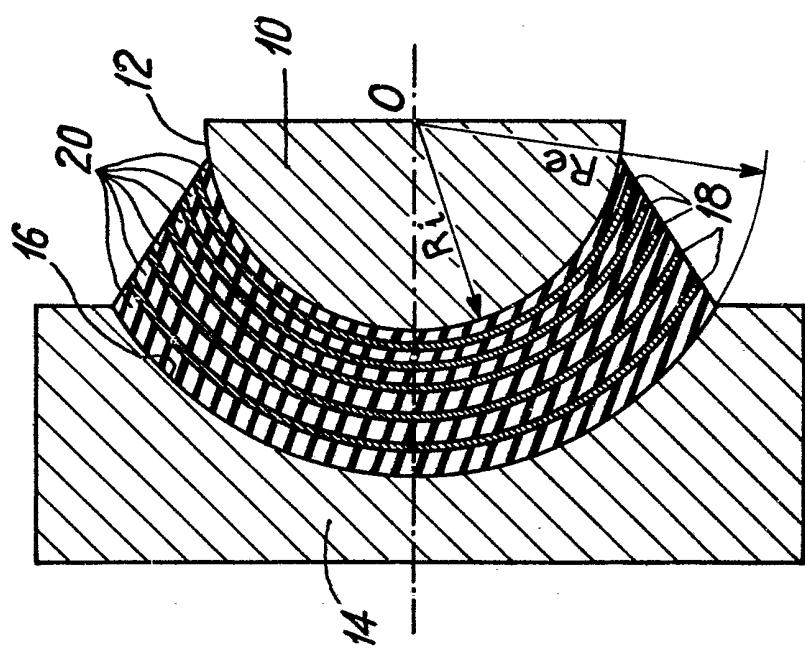
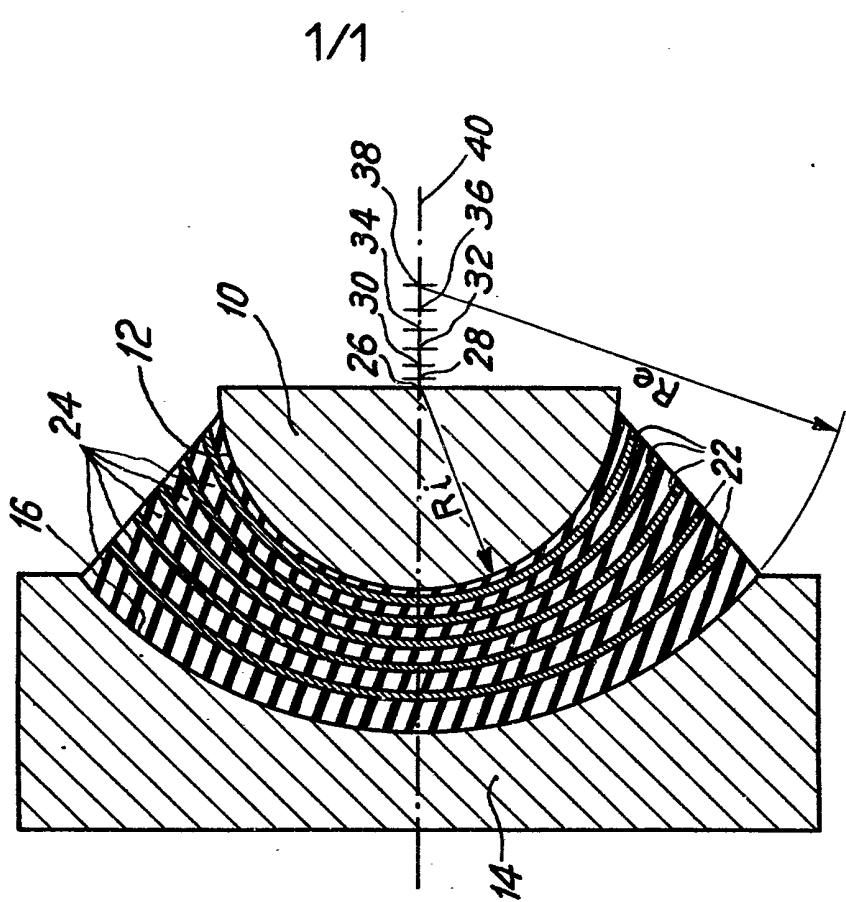
Bien qu'on ait indiqué que les couches de matière souple étaient formées d'un élastomère, la matière des différentes couches peut évidemment ne pas être la même.

20 La fabrication des butées lamifiées de forme courbe selon l'invention ne pose pas de problèmes techniques particuliers. En effet, la fabrication des butées de type classique met en oeuvre des peignes qui supportent les coupelles et les maintiennent en position lorsque l'élastomère 25 est injecté entre les coupelles. Lors de la fabrication des butées selon l'invention, seule la position relative des coupelles est modifiée, ce qui peut être réalisé par une adaptation mineure de l'appareillage de fabrication.

Il est bien entendu que l'invention n'a été dé-
30 crite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et qu'on pourra apporter toute équivalence technique dans ses éléments constitutifs sans pour autant sortir de son cadre.

REVENDICATIONS

1. Butée lamifiée de forme courbe et symétrique autour d'un axe (40), du type qui comprend
 - une armature interne (10) présentant une surface convexe,
 - une armature externe (14) présentant une surface concave, et
 - des couches alternées (22, 24) de matière souple et de matériau résistant et rigide,
- 10 ladite butée étant caractérisée en ce que, dans chaque plan axial, les rayons de courbure moyens des couches successives (24) de matière souple augmentent plus vite que la somme des épaisseurs mesurée à partir de l'armature interne, si bien que chaque couche (24) a une épaisseur croissant à partir de l'axe (40).
- 15 2. Butée selon la revendication 1, caractérisée en ce que les épaisseurs des couches successives (24) de matière souple sont de plus en plus grandes dans le sens allant de l'armature interne (10) à l'armature externe (14).
3. Butée selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la surface convexe (12) et la surface concave (16) des armatures sont des portions de surfaces sphériques et sont disposées autour du même axe (40) de symétrie, et les couches alternées successives (22, 24) sont limitées par des portions de surfaces sphériques et sont
- 25 disposées autour du même axe (40) de symétrie.
4. Butée selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les couches (22) de matière rigide ont une épaisseur constante, et seules les couches (24) de matière souple ont une épaisseur variable.
- 30 5. Butée selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le matériau rigide des couches est un matériau inextensible choisi dans le groupe qui comprend les métaux et les matières plastiques armées.
6. Butée selon l'une quelconque des revendications 35 1 à 5, caractérisée en ce que la matière souple est un élastomère.

Fig. 1Fig. 2

1/1