

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②

**N° 81 08090**

---

⑤④ Arbre métallique composite et procédé pour sa fabrication.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 16 C 3/02; F 02 C 7/00 // F 01 D 25/00.

②② Date de dépôt..... 23 avril 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : *EUA, 26 juin 1980, n° 163 037.*

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 53 du 31-12-1981.

---

⑦① Déposant : Société dite : AVCO CORP., société de l'Etat de Delaware, résidant aux EUA.

⑦② Invention de : Daniel D. Profant et Jeremy J. Walters.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Armand Kohn,  
5, av. Foch, 92380 Garches.

La présente invention se rapporte à un arbre métallique composite et à un procédé pour sa fabrication ; elle vise, plus particulièrement, un arbre de ce type pour turbine à gaz.

5 Il y a une tendance constante, dans la technologie des turbines à gaz, à la fabrication de moteurs plus petits et de meilleur rendement, avec une puissance spécifique accrue. Ces changements conduisent inévitablement à des vitesses et à des niveaux de fatigue plus élevés pour  
10 les principaux éléments du moteur. Un arbre de sortie de puissance du moteur est un exemple important de cette situation, puisque la combinaison d'une vitesse plus grande du rotor et d'un diamètre d'arbre plus petit engendre des difficultés de vitesse critique. Une solution consiste à  
15 diminuer la longueur effective d'arbre, par adjonction de paliers supplémentaires. Il en résulte des complexités mécaniques accrues, pour réaliser et assembler un moteur plus petit. Une solution plus simple et plus pratique à cette difficulté consiste à fabriquer des arbres ayant un  
20 rapport plus élevé du module au poids spécifique, ce qui permet d'obtenir une rigidité spécifique et une vitesse critique plus élevées.

L'invention a pour objet un arbre composite métallique qui est capable de résister aux contraintes de  
25 torsion et de flexion qui se produisent dans un arbre d'entraînement de petit diamètre, pour moteur à turbine à gaz.

L'arbre composite, suivant l'invention, de module spécifique élevé, est caractérisé en ce qu'il com-  
30 prend une gaine tubulaire en matière usinable, à haute résistance à la torsion, dans laquelle est insérée axialement une matrice métallique contenant des filaments, alignés axialement, d'une matière à module élevé. La feuille est complètement intégrée et liée à la surface intérieure de  
35 la gaine tubulaire.

Le procédé, suivant l'invention, pour la fabrication d'un tel arbre composite consiste à fabriquer une gaine tubulaire extérieure, en matière usinable à haute résistance à la torsion, comportant un passage intérieur axial ; fabriquer une matrice en bande métallique dans laquelle sont noyés des filaments de matière à haut module disposés longitudinalement ; rouler cette matrice sur un mandrin, les filaments à haut module étant orientés dans la direction axiale ; insérer la matrice et le mandrin dans le passage axial, en contact étroit avec la surface intérieure de la gaine tubulaire ; et soumettre cet ensemble à une température et à une pression suffisantes pour obtenir la consolidation et la liaison par diffusion de la bande métallique, renforcée par les filaments, dans la gaine tubulaire extérieure.

Dans une forme d'exécution préférée, mais non limitative, on fabrique d'abord un arbre tubulaire extérieur en acier. Puis des filaments de bore sont soigneusement disposés entre deux films minces d'aluminium pour former une feuille d'aluminium contenant intérieurement des filaments de bore orientés longitudinalement. La feuille bore-aluminium est roulée sur un mandrin en acier doux et insérée dans l'arbre tubulaire en acier, les filaments étant alignés axialement. L'ensemble est placé dans un autoclave qui est d'abord porté à une pression de 0,5 à 0,7 kg/cm<sup>2</sup>, chauffé à 515°C puis soumis à une pression plus élevée, de 14 kg/cm<sup>2</sup>, pendant 30 minutes. Ce procédé permet d'obtenir un arbre composite parfaitement consolidé comprenant une enveloppe extérieure en acier et un manchon intérieur en aluminium renforcé par des filaments de bore axialement alignés de façon à améliorer la rigidité à la flexion.

L'invention sera mieux comprise à la lumière de la description de sa forme de réalisation, non limitative, représentée sur les dessins annexés.

Fig. 1 est une vue en perspective d'une extrémité d'un arbre conforme à l'invention, et

Fig. 2 est une coupe suivant un plan longitudinal passant par l'axe de l'arbre.

5 Un arbre terminé 1, fabriqué conformément à la présente invention, est représenté sur les figures 1 et 2. Il comprend une enveloppe tubulaire extérieure 2 en acier durci présentant des canelures traitées 6, à laquelle est liée, sur sa périphérie intérieure, une couche 3 à haut  
10 module spécifique. La couche 3, comme on le voit, sur la figure 2, est constituée d'une matrice en aluminium, complètement consolidée, dans laquelle sont noyés des filaments multiples 4 de bore, sensiblement alignés avec l'axe  
5.

15 La couche 3 est formée d'une matrice en ruban d'aluminium de 0,18 mm d'épaisseur à l'intérieur de laquelle sont interposés des filaments de bore de 0,16 mm. On peut également utiliser un ruban de titane mais, dans ce cas, il faut utiliser des filaments de bore revêtus de carbure  
20 de silicium ou de carbure de bore pour éviter l'interaction entre le titane et le bore.

La couche 3 est roulée sur un mandrin en acier doux et elle est insérée dans l'arbre tubulaire 2 en acier. Cet ensemble est ensuite placé dans un autoclave,  
25 dans lequel on porte ensuite la pression jusqu'à une valeur intermédiaire de 5 à 7 kg/cm<sup>2</sup>. On élève alors la température à 515°C, ce qui augmente la ductilité de la couche 3 et de son mandrin et facilite les phases initiales de la liaison. L'opération suivante consiste à porter la  
30 pression à 14 kg/cm<sup>2</sup> et à maintenir cette valeur pendant une demi-heure environ, pour permettre la consolidation complète. Le mandrin est ensuite éliminé par un procédé d'enlèvement chimique.

L'arbre de turbine 2 peut être construit en acier  
35 ou en titane, pour obtenir la résistance à la torsion de

l'arbre composite. De façon caractéristique, l'arbre 1 peut comprendre une gaine extérieure en acier ou titane ayant un diamètre extérieur de 25,4 mm et un diamètre intérieur de 15,9 mm, avec une couche 3 bore-aluminium de 5 1,8 mm d'épaisseur liée à la surface intérieure de la gaine en acier.

On obtient de cette façon un arbre composite ayant un module spécifique élevé qui permet d'atteindre une vitesse critique plus grande. Puisque la surface extérieu- 10 re est en acier, elle peut être usinée ou soudée, suivant les besoins.

Pour éviter l'emploi d'un autoclave, l'ensemble de l'arbre et du mandrin peut être obturé de façon étanche et mis sous vide. On peut ensuite exercer une pression par 15 un passage axial interne à l'intérieur du mandrin. Par mise sous pression à haute température, on obtient la consolidation et la liaison par diffusion du ruban de matrice lui-même, ainsi que du ruban à l'arbre.

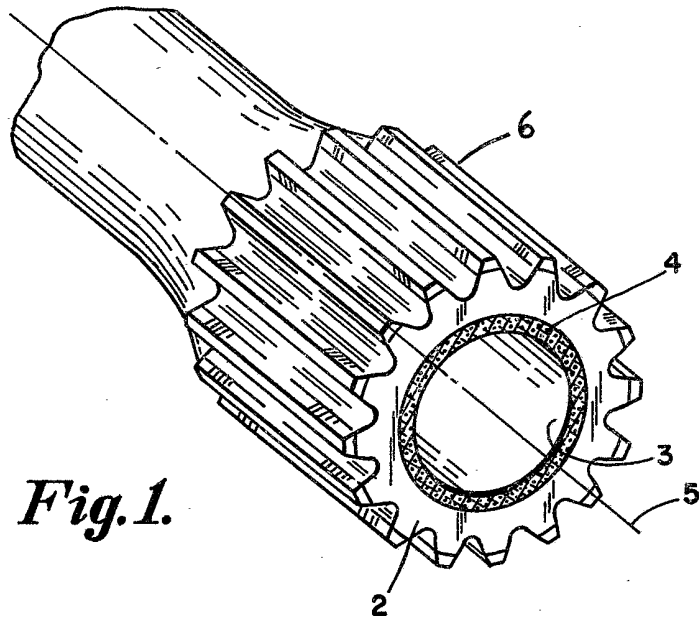
Il est entendu que des modifications de détail 20 peuvent être apportées dans la forme et la construction du dispositif suivant l'invention, sans sortir du cadre de celle-ci.

Revendications

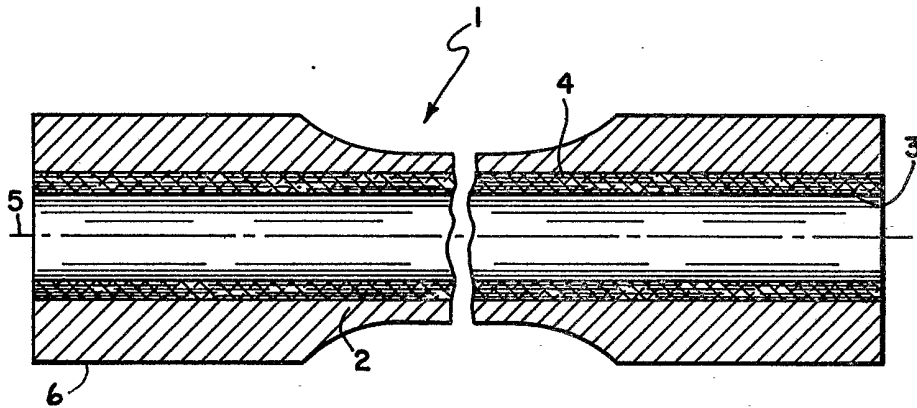
1. Arbre composite pour moteur à turbine à gaz, ayant un module spécifique élevé, caractérisé en ce qu'il comprend : une gaine tubulaire extérieure (2) en matière usinable, à haute résistance à la torsion, comportant un passage intérieur axial ; et une feuille intérieure (3) constituée d'une matrice métallique contenant des filaments (4), axialement alignés, d'une matière à module élevé, cette feuille étant complètement intégrée et liée à la surface intérieure de la gaine tubulaire.
- 5 2. Arbre suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la gaine tubulaire est en acier.
3. Arbre suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la gaine tubulaire est en titane.
4. Arbre suivant une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la matrice métallique est en aluminium.
- 15 5. Arbre suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la matrice métallique est en titane.
6. Arbre suivant l'une quelconque des revendications  
20 1 à 5, caractérisé en ce que la matière à module élevé est du bore.
7. Procédé de fabrication d'un arbre composite pour moteur à turbine à gaz, ayant un module spécifique élevé, caractérisé en ce qu'il consiste à : fabriquer une gaine  
25 tubulaire extérieure, en matière usinable à haute résistance à la torsion, comportant un passage intérieur axial ; fabriquer une matrice en bande métallique dans laquelle sont noyés des filaments de matière à haut module disposés longitudinalement ; rouler cette matrice sur un mandrin,  
30 les filaments à haute module étant orientés dans la direction axiale ; insérer la matrice et le mandrin dans le passage axial, en contact étroit avec la surface intérieure de la gaine tubulaire ; et soumettre cet ensemble à une

température et à une pression suffisantes pour obtenir la consolidation et la liaison par diffusion de la bande métallique, renforcée par les filaments, dans la gaine tubulaire extérieure.

- 5        8. Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la consolidation est obtenue par : introduction de l'ensemble dans un autoclave ; élévation de la pression dans l'autoclave à une valeur intermédiaire ; augmentation de la température dans l'autoclave à une valeur qui augmente la ductilité du mandrin et de la feuille et favorise la liaison ; et nouvelle élévation de la pression dans l'autoclave pour favoriser la liaison et la consolidation, cette pression étant maintenue jusqu'à ce que ces processus soient terminés.
- 10       9. Procédé suivant la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que la gaine tubulaire extérieure est en acier.
- 15       10. Procédé suivant la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que la gaine tubulaire extérieure est en titane.
- 20       11. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que la bande métallique de la matrice est obtenue par interposition de filaments alignés longitudinalement entre deux films métalliques minces.
- 25       12. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 7 à 11, caractérisé en ce que la matrice métallique est en aluminium.
13. Procédé suivant la revendication 12, caractérisé en ce que les filaments à haut module sont en bore.



*Fig. 1.*



*Fig. 2.*