

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 81 17687**

⑭

Pales de rotor.

⑮

Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). F 04 D 29/38; B 32 B 5/02, 31/20.

⑯

Date de dépôt..... 18 septembre 1981.

⑰ ⑱ ⑲

Priorité revendiquée : *Grande-Bretagne, 20 septembre 1980, n° 8030465.*

⑳

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 23-4-1982.

㉑

Déposant : Société dite : AMFU LIMITED, résidant en Grande-Bretagne.

㉒

Invention de : Ian Eddleston et Keith Reading.

㉓

Titulaire : *Idem* ㉑

㉔

Mandataire : Cabinet Bonnet-Thirion et G. Foldés,  
95, bd Beaumarchais, 75003 Paris.

La présente invention concerne des pales de rotor. Plus particulièrement, l'invention concerne des pales de pompes rotatives de compresseurs et similaires.

Les pompes rotatives et similaires comportent un rotor  
5 muni de plusieurs pales qui lors du fonctionnement entraînent le gaz d'un orifice d'entrée à un orifice de sortie. Les pales restent en contact avec le stator, qui les entoure, et sont soumises à des forces de frottement importantes en particulier à leurs extrémités et il est donc habituel d'injecter un  
10 brouillard de lubrifiant liquide à faible tension de vapeur pour revêtir les surfaces mobiles et réduire ainsi le frottement. Les pales de rotor d'un tel appareil sont souvent faites d'un tissu d'amiante lié avec une résine thermodurcissable de type phénol-formaldéhyde, c'est-à-dire obtenue par conden-  
15 sation du formaldéhyde avec un phénol qui peut par exemple être le phénol lui-même, un crésol ou un composé aromatique polyhydroxylé dont les radicaux hydroxy sont fixés directement à un noyau arylrique.

L'invention concerne une pale de rotor dont la fabrication  
20 ne nécessite pas l'emploi d'amiante.

Pour fabriquer la pale de rotor de l'invention, on soumet à une pression élevée et à une température élevée, un ensemble de feuilles superposées d'un tissu tissé de fibres libériennes imprégnées d'une résine thermodurcissable. De préférence, les  
25 fils de chaîne en fibres libériennes des feuilles adjacentes sont alignés entre eux.

Le tissu utilisé est de préférence un tissu tissé en fibres de jute, mais, si on le désire, on peut utiliser des tissus tissés faits d'autres fibres libériennes telles que  
30 des fibres de sisal ou de lin.

La résine thermodurcissable est de préférence une résine phénol-formaldéhyde ; et on peut obtenir des résultats particulièrement bons lorsqu'on utilise des résines phénol-formaldéhyde dérivant d'une résine phénol-aralkylique, c'est-à-dire  
35 une résine dans laquelle les noyaux phénoliques sont liés par des restes aralkyliques de type  $-\text{CH}_2\text{-arylène-CH}_2-$  .

La teneur en résine de l'ensemble de feuilles imprégnées est de préférence de 25 à 60 % en poids.

On incorpore de préférence à la résine thermodurcissable,

dont on imprègne les feuilles, un agent réduisant le frottement, par exemple le graphite, le talc, le mica, le disulfure de molybdène, ou un polytétrafluoroéthylène, de façon appropriée à raison de 5 à 40 % du poids de la résine.

La température élevée à laquelle on soumet l'ensemble des 5 feuilles superposées imprégnées de résine, est suffisamment élevée pour que la résine durcisse à fond et, généralement, elle est d'au moins 140°C. La pression élevée à laquelle on soumet l'ensemble à la température élevée, est généralement d'au moins 3 MPa, et on la choisit pour assurer la pénétration 10 complète du tissu libérien par la résine et la formation d'une matrice dense ayant un module élevé, c'est-à-dire d'au moins 5 GPa.

L'invention est illustrée par les exemples non limitatifs suivants.

15 EXEMPLE 1

On dissout de l'hexamine (c'est-à-dire de l'hexaméthylène-tétramine, obtenue par condensation du formaldéhyde et de l'ammoniac) dans la solution de résine phénol-aralkylique commercialisée sous le nom de Xylok 214, dans les proportions 20 pondérales de 12,5 parties d'hexamine pour 100 parties de constituants solides de la résine Xylok. Le xylok 214 est une solution alcoolique d'une résine phénol-aralkylique obtenue par condensation de Friedel-Crafts du phénol avec le di-(méthoxyméthyl)-1,4 benzène, et qui contient des molécules 25 dont les noyaux phénoliques sont liés par des ponts xylylène-1,4 ,  $-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-$  .

On plonge un tissu lourd de jute à armure croisée (masse surfacique 665 g/m<sup>2</sup> ; teneur en huile d'apprêt : 2 % en poids) dans la solution d'hexamine/résine phénolique qui vient d'être 30 décrite dans laquelle on a mis en suspension du graphite synthétique amorphe finement broyé passant pratiquement en totalité au tamis de 53 µm d'ouverture de maille, à raison de 10% du poids des matières solides totales de la résine. Le graphite synthétique est décrit dans Kirk-Othmer's Encyclopedia 35 of Chemical Technology, 3 ème édition, Vol. IV, page 570. On presse le tissu imprégné entre des rouleaux presseurs pour chasser l'excès de solution de résine puis on chauffe dans une étuve à circulation d'air (température de l'air 135°C) pendant

10 minutes pour chasser le solvant organique et l'humidité et provoquer un durcissement partiel de la résine afin d'éviter une perte de résine lors des stades initiaux du durcissement à la presse.

5 On découpe des feuilles dans la matière séchée partiellement durcie ainsi obtenue, et on les empile les unes sur les autres de façon à aligner les fils de chaîne de toutes les feuilles et on durcit l'empilement à la presse pendant une heure à 170°C sous une pression de 7,7 MPa pour durcir complètement la résine. On refroidit ensuite, à la température ordinaire en 0,5 heure, la matière durcie à la presse (par circulation d'eau à 15°C dans les plateaux de la presse) et on retire le panneau stratifié produit par durcissement à la presse. Sa teneur en résine durcie est de 40,5 % en poids et sa  
10 teneur en graphite de 4,5 % en poids.

Pour fabriquer des pales pour pompes rotatives ou pour compresseurs, on coupe le panneau parallèlement à la direction des fils de chaîne de façon à ce que ces fils soient perpendiculaires à l'axe de rotation de la pale lors de l'utilisation. Une pale pour un ventilateur aspirant industriel mesure  
20 de façon typique 160 mm x 55 mm x 6 mm.

La matière obtenue selon le mode opératoire précédemment décrit est très dure. Comme autres propriétés, elle a une résistance à la flexion dans la direction des fils de chaîne  
25 d'environ 180 MPa et un module de flexion d'environ 8 GPa si bien que les forces de flexion tangentielles résultant du frottement entre un stator et l'extrémité d'une pale faite de cette matière, ne risquent pas de provoquer une déformation notable de la pale pour les vitesses courantes de l'extrémité  
30 de la pale (800-1000 m/min).

La matière a un coefficient de dilatation thermique relativement faible compris dans la gamme habituelle de la fonte et des aciers du type couramment utilisé pour la construction des stators de compresseurs à pompe rotative, ce qui permet  
35 de maintenir lors de l'emploi des tolérances étroites. La matière a un faible coefficient de frottement dynamique (moins de 0,25) en contact avec de tels métaux et une excellente stabilité chimique dans la gamme des températures (100-150°C) généralement atteintes lors de l'emploi. De plus elle ne pré-

sente pas de gonflement ou de retrait notable en contact avec l'huile lubrifiante et les extrémités des pales faites de cette matière ont une vitesse d'usure de 1,6  $\mu\text{m}/\text{h}$  pendant une période de fonctionnement de 4000 heures. La vitesse d'usure des pales courantes faites d'un tissu d'amiante et d'une résine crésol-formaldéhyde thermodurcie est d'environ 2  $\mu\text{m}/\text{h}$ .

#### EXEMPLE 2

On reprend de façon générale le mode opératoire de l'exemple 1 avec les différences principales suivantes.

10 La solution d'imprégnation contient pour 100 parties en poids de matière solide de la résine, 30 parties de graphite naturel (carbone pur à 98 %).

On superpose les feuilles en les croisant, de façon à ce que les feuilles adjacentes aient leurs fils de chaîne perpendiculaires entre eux.

#### EXEMPLE 3

On reprend de façon générale le mode opératoire de l'exemple 2 avec la différence principale que la solution de résine thermodurcissable utilisée est une solution alcoolique (masse volumique : 1,01  $\text{g}/\text{cm}^3$ , teneur en matières solides de la résine : 54-56 % en poids) d'un condensat mixte de crésols et de phénols avec le formaldéhyde.

Le tableau ci-dessous résume les modes opératoires des exemples 1, 2 et 3 et en dessous de la ligne double les propriétés des produits obtenus.

(TABLEAU page suivante)

TABLEAU

Exemple		1	2	3
5	% en poids de jute orientation	55	43,0	42,5
		Unidirectionnelle	Croisée	Croisée
10	% en poids de résine phénol-aralkylique crésylique	40,0	44,0	44,5
	% en poids de graphite synthétique naturel	4,5	13,0	13,0
15	Durée de prédurcissement (min)	10	20	16
	Température de prédurcissement (°C)	135	135	100
	Durée de durcissement (min)	60	60	30
	Température de durcissement (°C)	170	175	150
	Pression de durcissement (MPa)	7,7	7,7	7,7
	Résistance à la flexion (MPa)	180	140	96
	Module de flexion (GPa)	8	12	12
	Coefficient de frottement $\mu$	0,25	0,15	0,18
	Usure de l'extrémité des pales ( $\mu\text{m}/\text{h}$ )	1,6	0,017	0,32

20 Bien que l'invention ait été décrite en ce qui concerne son application à la fabrication de pales pour pompes rotatives et similaires pour gaz, elle peut bien entendu s'appliquer à la fabrication de pales pour pompes et transporteurs pour liquides.

REVENDICATIONS

1. Pale de rotor caractérisée en ce qu'on l'a fabriquée en soumettant à une pression élevée et à une température élevée un ensemble de feuilles superposées de tissu tissé de fibres libériennes imprégnées d'une résine thermodurcissable.

2. Pale de rotor selon la revendication 1, caractérisée en ce que les fils de chaîne en fibres libériennes des feuilles adjacentes sont alignés entre eux.

3. Pale de rotor selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que la teneur en résine de l'ensemble des feuilles imprégnées est comprise entre 25 et 60 % de leur poids.

4. Pale de rotor selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3, caractérisée en ce qu'un agent réduisant le frottement est présent dans la résine thermodurcie dont les feuilles sont imprégnées.

5. Pale de rotor selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'agent réduisant le frottement constitue 5 à 40 % du poids de ladite résine.

6. Pale de rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le tissu tissé de fibres libériennes est un tissu de jute.

7. Pale de rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la résine thermodurcissable est de type phénol-formaldéhyde.

8. Pale de rotor selon la revendication 7, caractérisée en ce que la résine dérive d'une résine phénol-aralkylique.