



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **93401535.5**

(51) Int. Cl.⁵ : **B01F 15/00**

(22) Date de dépôt : **16.06.93**

(30) Priorité : **30.06.92 FR 9208010**

(43) Date de publication de la demande :
05.01.94 Bulletin 94/01

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES GB GR IE IT LI LU NL PT SE

(71) Demandeur : **PIERRE GUERIN S.A.**
B.P. 12, 179 Grand'Rue
F-79210 Mauze sur le Mignon (FR)

(72) Inventeur : **Bertrand, Joel**
ENSIGC-CNRS, Chemin de la Loge
F-31078 Toulouse Cédex (FR)

Inventeur : **Poux, Martine**
ENSIGC-CNRS, Chemin de la Loge
F-31078 Toulouse Cédex (FR)

Inventeur : **Suereb, Catherine**
ENSIGC-CNRS, Chemin de la Loge
F-31078 Toulouse Cédex (FR)

Inventeur : **Quereux, Frank**
6 rue Denis Papin
F-79000 Niort (FR)

(74) Mandataire : **Fontanié, Etienne**
FIVES-CAIL BABCOCK 38, rue de la
République
F-93100 Montreuil (FR)

(54) **Agitateur rotatif à hélice.**

(57) L'invention a trait aux agitateurs rotatifs à hélice comprenant plusieurs pales disposées approximativement perpendiculairement à l'axe de l'agitateur.

Pour réduire l'importance des courants radiaux engendrés par la rotation de l'agitateur et augmenter son efficacité, chaque pale présente par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe (15) de l'agitateur une inclinaison (a, b) qui croît progressivement ou par paliers du bord d'attaque (24) au bord de fuite (26), et le bout des pales (28,30) est plié vers l'aval, en considérant le sens d'écoulement du liquide déplacé par les pales.

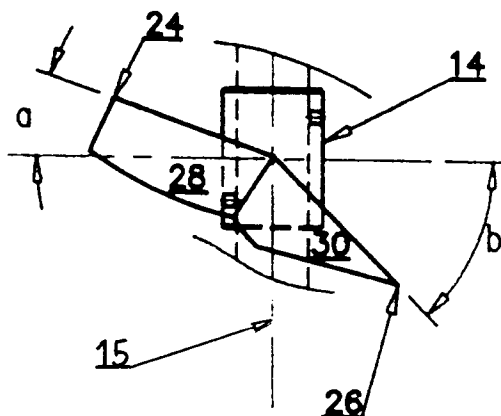


Fig: 3

La présente invention a trait aux agitateurs à hélice constitués par plusieurs pales solidaires d'un arbre généralement disposé verticalement dans l'axe d'un récipient pour provoquer une circulation du liquide contenu dans ce dernier suivant une direction axiale, habituellement descendante dans la zone centrale du récipient et ascendante dans la zone comprise entre cette dernière et la paroi du récipient. Les pales peuvent être fixées directement sur l'arbre ou être solidaires d'un moyeu fixé sur l'arbre. Par ailleurs, l'arbre de l'agitateur peut être incliné par rapport à l'axe du récipient; il peut, par exemple, être disposé horizontalement ou en biais dans un récipient à axe vertical. Ces agitateurs sont utilisés pour mélanger des liquides à faible viscosité et/ou pour améliorer les échanges thermiques avec la paroi du récipient chauffée ou refroidie, par exemple par circulation d'un fluide dans une double enveloppe ou un serpentin fixé extérieurement sur la paroi. Avec ce type d'agitateur, des courants parasites, notamment des courants radiaux, se superposent à la circulation générale axiale; ces courants sont nuisibles parce qu'ils diminuent l'efficacité de l'agitateur.

Le but de la présente invention est de proposer un nouveau profil de pale permettant de réduire l'importance des courants radiaux engendrés par la rotation de l'agitateur et, par conséquent, d'augmenter son efficacité.

L'agitateur à hélice objet de la présente invention est caractérisé en ce qu'il est formé de pales disposées approximativement perpendiculairement à l'axe de l'agitateur, et qui présentent par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe de l'agitateur, une inclinaison qui croît progressivement ou par paliers du bord d'attaque au bord de fuite, et en ce que le bout des pales est plié vers l'aval en considérant le sens d'écoulement du liquide déplacé par les pales, c'est-à-dire vers le bas dans le cas le plus général où l'agitateur crée un mouvement descendant du liquide.

La partie principale des pales et leur partie terminale pourront être formées chacune de deux portions de plans formant un dièdre dont l'arête est approximativement perpendiculaire à l'axe de l'agitateur pour la partie principale et est inclinée sur l'horizontale pour la partie terminale, les deux dièdres se raccordant l'un à l'autre dans le plan de pliage.

La partie principale des pales pourra aussi être formée de deux portions de plans raccordés entre eux par une portion de cylindre dont l'axe est approximativement perpendiculaire à l'axe de l'agitateur, les plans se raccordant au cylindre le long de deux génératrices du cylindre, et la partie terminale pourra être formée de deux portions de plans se raccordant à l'extrémité des portions de plans de la partie principale et raccordés entre eux par une portion de tronc de cône dont les génératrices sont inclinées vers l'aval par rapport aux génératrices de la portion de cylindre.

Suivant une forme de réalisation préférée, le bord d'attaque de la partie principale des pales est perpendiculaire à l'axe de l'agitateur, et le bord de fuite des pales se trouve dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'agitateur.

De préférence, l'angle que forment entre elles les parties principale et terminale des pales dans le plan bissecteur du dièdre formé par les portions de plans de la partie principale est compris entre 145° et 155° et de préférence égal à 150°.

Au lieu d'être perpendiculaire à l'axe de l'agitateur, la partie principale des pales pourrait être légèrement inclinée vers l'aval, c'est-à-dire vers le bas dans le cas où l'écoulement créé par l'agitateur est descendant.

La description qui suit se réfère aux dessins l'accompagnant qui montrent, à titre d'exemple non-limitatif, deux formes de réalisation de l'invention et sur lesquels :

La figure 1 est une vue en plan d'une hélice tripale conforme à l'invention;

La figure 2 est une vue de face de l'une des pales;

La figure 3 est une vue en bout de l'une des pales;

La figure 4 est une vue en plan d'une pale d'un autre agitateur conforme à l'invention;

La figure 5 est une vue de face de la pale de la figure 4; et

La figure 6 est une vue en bout de la pale de la figure 4.

L'agitateur représenté sur les figures 1 à 3 est formé de trois pales identiques 12 solidaires d'un moyeu 14 destiné à être fixé sur un arbre vertical et, angulairement espacées l'une de l'autre de 120°. Les pales pourraient être fixées directement sur l'arbre. Dans la description qui suit, on suppose que l'axe 15 de l'agitateur et, par conséquent, du moyeu 14 est vertical; entraîné en rotation dans le sens indiqué par la flèche sur la figure 1, l'agitateur crée alors un écoulement descendant.

Ces pales ont une épaisseur faible et sensiblement constante sur toute leur surface. Elles peuvent être formées par découpage, pliage et assemblage ou par emboutissage de tôles ou par moulage de métaux ou matières plastiques.

Chaque pale est formée d'une partie principale 16, qui est horizontale et attachée au moyeu 14, et d'une partie terminale 18 pliée vers le bas. La partie 16 des pales a la forme d'un dièdre dont l'arête 23 est perpendiculaire à l'axe du moyeu et dont les demi-plans 20 et 22 sont inclinés par rapport à un plan perpendiculaire à cet axe, de telle sorte que le bord d'attaque 24 de la pale se trouve à un niveau supérieur au bord de fuite

26, l'inclinaison du demi-plan arrière étant supérieure à celle du demi-plan avant. Dans la forme de réalisation décrite, les angles d'inclinaison a et b des demi-plans 20 et 22 sont respectivement d'environ 20° et 45°. Ces angles peuvent varier de 15° à 25° et de 40° à 50°, respectivement.

5 La partie terminale de la pale forme aussi un dièdre dont l'arête 27 est inclinée vers le bas par rapport à l'arête horizontale 23 de la partie principale, les demi-plans 28 et 30 de ce dièdre étant rattachés aux demi-plans 20 et 22 et faisant un angle avec ceux-ci.

Chaque partie des pales peut être formée par découpage et pliage d'une tôle, les deux parties étant assemblées par soudage le long des segments de droite 32 et 34 que l'on peut considérer comme la ligne de pliage de la pale. En variante, chaque pale peut être formée à partir d'une tôle unique convenablement découpée, de telle sorte qu'il soit possible de la plier le long de l'arête 23 et des segments de droite 32 et 34 et d'assembler par soudage les demi-plans 28 et 30 le long de l'arête 27.

10 Dans la forme de réalisation représentée sur les figures 4 à 6, la partie principale 16' des pales est formée de deux portions de plans 20', 22' raccordées par une portion de cylindre 38 dont l'axe est perpendiculaire à l'axe 39 de l'agitateur, le raccordement s'effectuant le long de deux génératrices du cylindre. Comme dans la première forme de réalisation, les portions de plans 20' et 22' sont inclinées par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du moyeu, l'angle d'inclinaison de cette partie des pales augmentant du bord d'attaque au bord de fuite. (voir figure 6).

La partie terminale 18' des pales est formée de deux portions de plans 28' et 30' raccordées par une portion de tronc de cône 40 dont les génératrices sont inclinées par rapport aux génératrices de la portion de cylindre 38, de telle sorte que le bout de la pale soit incliné vers le bas. Chaque partie des pales peut être formée par découpage puis cintrage d'une tôle, les deux parties étant assemblées par soudage le long de la ligne 32', 33, 34' que l'on peut considérer comme la ligne de pliage de la pale puisqu'elle se trouve à la jonction de la partie horizontale de la pale et de son extrémité pliée vers le bas. Les deux portions de plans 28' et 30' se raccordent à la portion de tronc de cône 40 suivant deux génératrices.

25 Dans cette forme de réalisation, le bord d'attaque 24' de la partie principale des pales et le bord de fuite 26' de la pale se trouvent dans des plans perpendiculaires à l'axe du moyeu, sauf dans la zone de la pale immédiatement adjacente à l'arbre. L'angle formé par la partie terminale des pales avec la partie horizontale, dans le plan bissecteur du dièdre formé par les deux portions de plan 20' et 22', est d'environ 150°, c'est-à-dire que, dans ce plan, la partie terminale de la pale fait un angle d'environ 30° avec l'horizontale; cet angle peut varier entre 145° et 155°.

Le tableau suivant met en évidence les performances supérieures de l'agitateur des figures 4 à 6 par rapport à celles d'un agitateur classique à pales droites dans des conditions d'essai comparables.

35

40

45

50

	$\frac{h}{H}$	N_p	$N.t.m$
Agitateur classique	1/4	0,69	20
	1/2	0,55	18,3
Agitateur de l'invention	1/4	0,67	13
	1/2	0,42	14

Dans ce tableau :

55 $\frac{h}{H}$ définit la position en hauteur relative de l'agitateur dans le récipient d'essai,

N_p est un facteur sans dimension qui est une image de la puissance absorbée.

$N_p = P / .N^3.D^5$

P = puissance absorbée par l'agitateur

= masse volumique du liquide
 N = vitesse de rotation de l'agitateur
 D = diamètre de l'agitateur

5 et $N \cdot tm$ est un facteur sans dimension qui est une image du temps de mélange.

On voit sur ce tableau que l'agitateur de l'invention permet de réduire notablement (de 20 à 35 %) le temps de mélange en absorbant une puissance du même ordre de grandeur que celle absorbée par un agitateur classique ou nettement inférieure, suivant la position de l'agitateur dans le récipient. Dans certaines configurations particulières, la réduction du temps de mélange peut atteindre 60 %.

10 Au lieu d'être horizontales, les pales, ou plus précisément leur partie principale, rattachée au moyeu, pourrait être légèrement inclinée vers le bas (angle α de la figure 2 légèrement supérieur à 90°).

L'invention n'est pas limitée aux agitateurs à trois pales et s'applique aussi aux agitateurs à deux pales ou à plus de trois pales.

15

Revendications

1. Agitateur à hélice comportant plusieurs pales identiques disposées approximativement perpendiculairement à l'axe de l'agitateur et présentant une inclinaison par rapport à un plan perpendiculaire à cet axe caractérisé en ce que le bout des pales est plié vers l'aval, en considérant le sens d'écoulement du liquide déplacé par les pales.
2. Agitateur à hélice selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie principale (16) des pales est formée de deux portions de plans (20, 22) formant un dièdre dont l'arête (23) est approximativement perpendiculaire à l'axe de l'agitateur, et la partie terminale (18) des pales est également formée de deux portions de plans (28, 30) se raccordant à l'extrémité de la partie principale et formant un dièdre dont l'arête (27) est inclinée vers l'aval par rapport à l'arête de la partie principale.
3. Agitateur à hélice selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie principale (16') des pales est formée de deux portions de plans (20', 22') qui sont raccordées entre elles par une portion de cylindre (38) dont l'axe est approximativement perpendiculaire à l'axe de l'agitateur, les plans se raccordant au cylindre le long de deux génératrices du cylindre, et en ce que la partie terminale des pales est formée de deux portions de plans (28', 30') se raccordant à l'extrémité des portions de plans de la partie principale et raccordés entre eux par une portion de tronc de cône (40) dont les génératrices sont inclinées vers l'aval par rapport aux génératrices de la portion de cylindre.
4. Agitateur à hélice selon la revendication 1, 2 ou 3 caractérisé en ce que l'angle que forment les parties principale et terminale des pales dans le plan bissecteur du dièdre formé par les deux portions de plan de la partie principale est compris entre 145° et 155° et de préférence égal à 150°.
5. Agitateur à hélice, suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le bord d'attaque de la partie principale des pales est perpendiculaire à l'axe de l'agitateur.
6. Agitateur à hélice selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le bord de fuite des pales se trouve dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'agitateur.
7. Agitateur à hélice selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la partie principale des pales est légèrement inclinée vers l'aval.

50

55

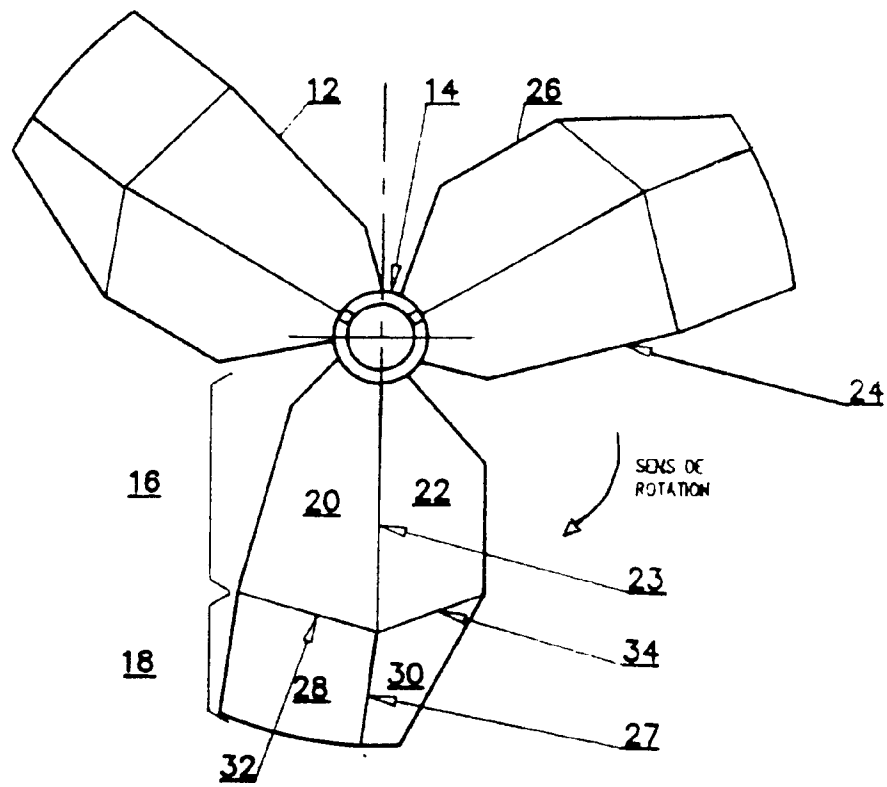


Fig: 1

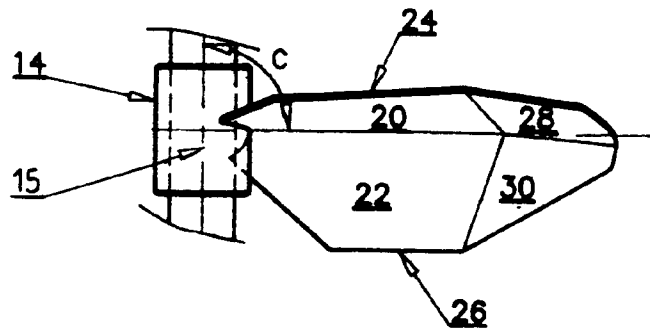


Fig: 2

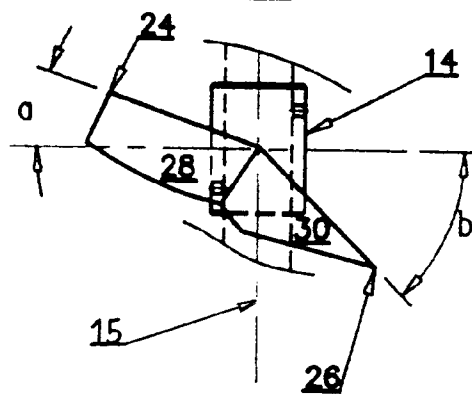


Fig: 3

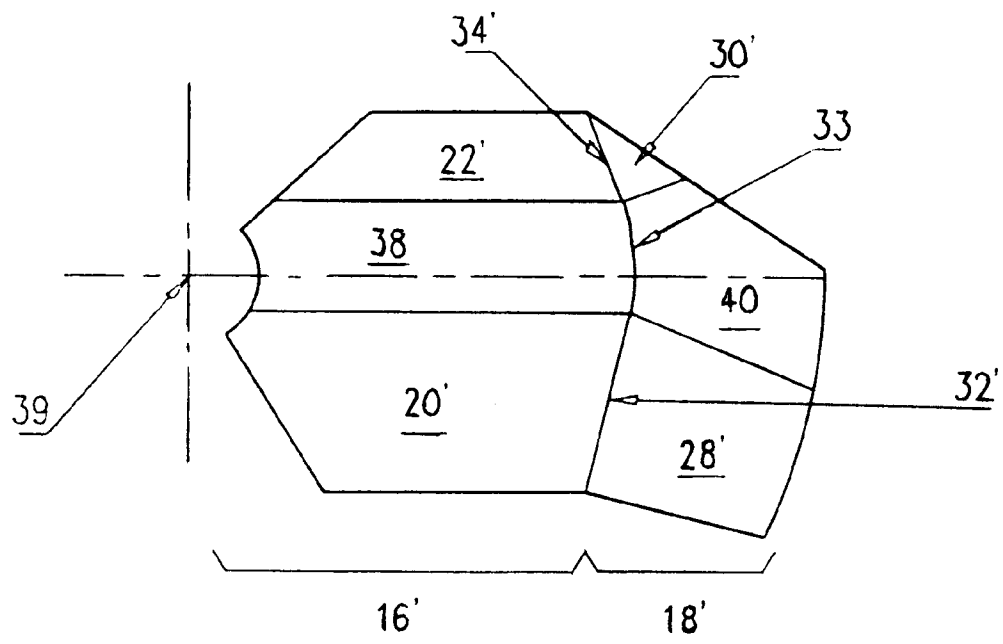


Fig: 4

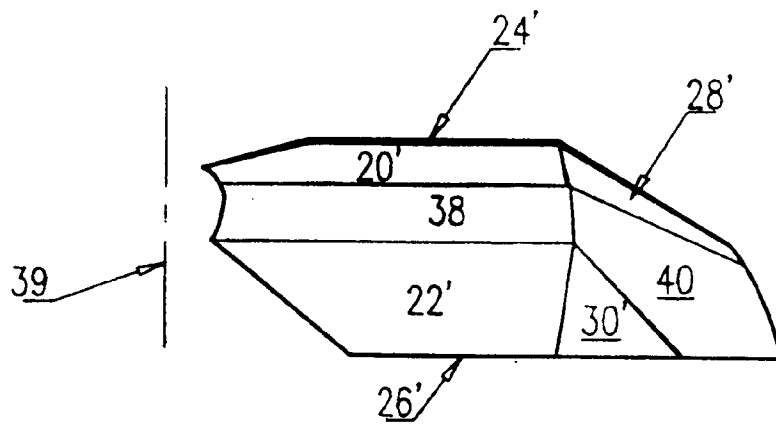


Fig: 5

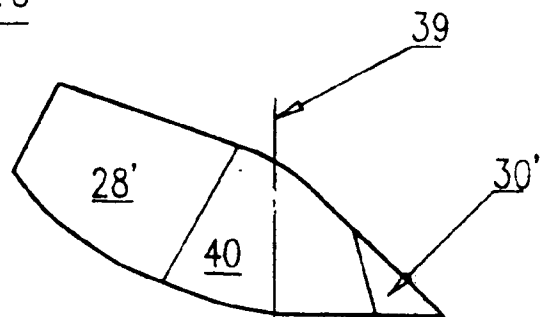


Fig: 6



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 93 40 1535

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	FR-A-1 600 744 (BASSE) ---	1	B01F15/00
A	WO-A-9 111 620 (CHEMINEER) ---	1	
A	FR-A-2 313 114 (PROCEDES) -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			B01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 SEPTEMBRE 1993	Examineur PEETERS S.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)