

Vilebrequin allégé et son procédé de fabrication

[0001] La présente invention concerne un vilebrequin allégé, un moteur comportant un tel vilebrequin ainsi que son procédé de fabrication.

[0002] De manière classique, les motorisations les moins sollicitées sont équipées de vilebrequins en fonte, tandis que pour les pièces plus chargées, les critères de tenue font choisir des solutions en acier forgé.

[0003] La fonction du vilebrequin consiste au travers d'un système bielles - manivelle à transformer les mouvements rectilignes alternatifs des pistons en un mouvement rotatif continu. Aux extrémités, coté « queue de vilebrequin » se situe la poulie de distribution et à l'opposé coté plateau le volant moteur.

[0004] Avec un vilebrequin « classique » pour un moteur quatre cylindres, la rotation de l'arbre est assurée par cinq paliers et les manetons-bielles sont équilibrés avec 4 ou 8 contrepoids.

[0005] Un vilebrequin est soumis à des contraintes de flexion concentrées dans les gorges de raccordement (efforts des bielles), de torsion qui sollicitent principalement les milieux des tourillons et les orifices de graissage, de vibrations, de torsions et de flexion et d'usures des paliers et manetons ou des matériaux antagonistes en relation avec la lubrification.

[0006] Un vilebrequin acier pour un moteur 4 cylindres possède une masse d'environ 12 à 15 kg, soit environ 10% de la masse du moteur. Le potentiel de gain en masse est significatif si l'on peut supprimer une partie de la matière dans le centre des manetons et tourillons, (gain > 2 kg), la matière dans ces zones étant peu rentable pour la rigidité et la tenue du vilebrequin. En effet, à l'heure actuelle, la matière (fonte ou acier) est présente dans toutes les sections.

[0007] Les vilebrequins classiques en fonte, en acier sont généralement réalisés pleins, sous forme d'une pièce brute, issue d'un procédé de coulée par gravité. De telles pièces présentent donc l'inconvénient d'être lourdes. Des évidements et allègements peuvent être ensuite ménagés par usinage sur la peau de la pièce pour obtenir un gain en poids sur la pièce. De même, des conduits sont réalisés pour permettre le passage d'un lubrifiant haute pression, débouchant sur les manetons et tourillons du vilebrequin et passant à travers les bras dudit vilebrequin, ces conduits participant

également à l'allègement de la pièce. Ainsi, la lubrification des paliers et des manetons, est réalisée grâce à des trous de passage d'huile. Ces trous ou conduits sont réalisés lors des opérations d'usinage.

[0008] Afin d'alléger un tel vilebrequin, on a proposé de réaliser des évidements
5 directement sur la pièce brute formant le vilebrequin à l'aide d'un noyau relativement complexe au niveau des tourillons et des manetons. Cette complexité est due au fait qu'il est nécessaire de garantir le passage de l'huile à travers les manetons et les tourillons depuis ces mêmes tourillons vers les manetons. Cette contrainte ne permet pas d'évider complètement ces éléments du vilebrequin. Ainsi, par exemple, s'il est
10 possible d'évider partiellement un maneton, on doit cependant laisser une épaisseur suffisante de fonte permettant le passage d'un conduit de lubrification.

[0009] De ce fait, l'allègement d'un tel vilebrequin n'est pas optimal puisqu'il faut garantir l'étanchéité des circuits de lubrification haute pression entre les tourillons et les manetons. En outre ; le noyautage est complexe ce qui rend la réalisation d'un tel
15 vilebrequin également complexe à mettre en œuvre.

[0010] On a proposé, dans JP 55-158871, un vilebrequin allégé réalisé par fonderie dans lequel des logements creux sont ménagés dans la pièce moulée à l'aide de noyaux creux insérés dans le moule au niveau des tourillons et manetons pour alléger ceux-ci. Toutefois, la mise en place de ces noyaux dans le moule requiert des
20 tiges métalliques qui s'étendent au travers dudit noyaux creux. Par conséquent, le gain de poids n'est que partiel.

[0011] Dans JP 56-131819, on propose sensiblement le même vilebrequin, mais la tige s'étendant dans chaque noyau creux est remplacée par des bouts de tige présents uniquement aux extrémités du noyau. En outre, on perce des alésages pour ménager
25 des passages entre manetons et tourillons dans lesquels sont introduits des tubes pour le lubrifiant. Même si on améliore le gain de poids, l'allègement n'est toujours pas optimal et la réalisation de ce vilebrequin reste complexe.

[0012] Par conséquent, les vilebrequins allégés proposés restent d'une fabrication complexe.

30 [0013] Afin de pallier ces inconvénients, la présente invention propose un vilebrequin destiné à équiper un moteur à combustion interne et constitué par un arbre métallique

comprenant des tourillons coaxiaux, des manetons réunis aux tourillons par des bras s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'arbre et des contrepoids d'équilibrage portés par les bras à l'opposé des manetons, caractérisé en ce que ledit arbre est monobloc et présente au niveau de chaque maneton et de
5 chaque tourillon, une gorge.

[0014] L'invention concerne plus particulièrement un vilebrequin tel que défini ci-dessus caractérisé en ce que, dans chaque gorge est fixé un anneau en un matériau de densité plus faible que la densité du matériau constituant l'arbre, ledit anneau remplissant la gorge.

10 [0015] Ainsi, l'arbre métallique monobloc constitue le squelette du vilebrequin et est réalisé en fonte ou en acier forgé ou moulé. Un tel squelette assure ainsi la fonction de tenue aux efforts de flexion et de torsion s'exerçant sur le vilebrequin tandis que la gorge qui est généralement formée sur le pourtour d'une pièce cylindrique ici les tourillons et les manetons, et définit de ce fait un volume annulaire, réduit la masse du
15 squelette.

[0016] La fonction de palier c'est-à-dire la fonction de tenue à la pression exercée par les coussinets et le film d'huile est quant à elle assurée par les anneaux mis en place sur le vilebrequin dans le volume annulaire défini sur chaque tourillon ou maneton et constitués d'un matériau de plus faible densité que l'acier ou la fonte, un
20 tel qu'un matériau polymère, un alliage léger.

[0017] Ainsi de manière avantageuse, le découplage de ces deux fonctions à savoir la tenue aux efforts de flexion et de torsion et à la tenue à la pression exercée par les coussinets et le film d'huile permet d'éliminer les fortes contraintes qui existent dans les gorges des vilebrequins classiques tout en réduisant la masse globale du
25 vilebrequin.

[0018] De préférence, les formes du squelette et des demi-anneaux pourront comporter des éléments facilitant l'accroche du squelette et des demi-anneaux (méplats, facettes de fraisage, ...).

[0019] L'invention s'applique à des vilebrequins pour des moteurs à 2, 3 ou 4
30 cylindres.

[0020] Le vilebrequin réalisé selon l'invention étant mis en rotation, le gain masse obtenu sur le vilebrequin peut permettre également de gagner de la masse sur le reste de l'attelage mobile qui pourra être redimensionné.

[0021] L'invention concerne également un moteur thermique à combustion interne du type comprenant un vilebrequin selon l'invention transformant en rotation le mouvement rectiligne des pistons par l'intermédiaire d'un système bielle- manivelle, caractérisé en ce que chaque anneau fixé dans une gorge maintient l'interface du vilebrequin avec un palier d'un carter ou une bielle.

La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un vilebrequin allégé dans lequel on réalise un arbre monobloc en un matériau tel que de la fonte, de l'acier constituant le squelette d'un vilebrequin et présentant au niveau de chaque maneton et de chaque tourillon, une gorge. Puis, on fixe dans chaque gorge du vilebrequin, un anneau constitué d'un matériau de plus faible densité que celui de l'arbre et comblant ladite gorge.

[0022] De préférence, l'arbre monobloc est réalisé par fonderie (moulage) ou forgeage, les gorges pouvant être issues de forgeage ou de moulage ou bien encore peuvent avoir été usinées lors d'étapes supplémentaires.

[0023] De préférence, chaque anneau est constitué de deux demi-anneaux réalisés en un matériau polymère renforcé ou non de fibres tel que polyamide, polyphthalamide, polysulfure de phénylène, ou tout autre matériau approprié ou en alliage léger (aluminium, magnésium) dans un moule spécifique.

[0024] On fixe ensuite les demi-anneaux au squelette par adhésion ou par soudage entre eux des demi-anneaux (par exemple par vibration, soudure miroir pour les plastiques, résistance ou induction pour les parties métalliques) ou encore par adhésion et soudage.

[0025] De manière avantageuse, il est en outre possible d'associer aux demi-anneaux une surface extérieure de nature différente, et donc de rapporter sur les demi-anneaux une coquille extérieure métallique en acier ou en autre métal par adhésion et/ou soudage, par exemple pour la protection.

[0026] Un vilebrequin selon l'invention présente un allègement de sa masse et en particulier de la masse rotative. Par exemple, pour un maneton de diamètre 50 mm et

de largeur 24 mm, un volume annulaire de $\sim 34 \text{ mm}^2$ peut être défini, soit un allègement de $\sim 170 \text{ g}$ si l'écart de densité entre les matériaux du squelette et de l'anneau est de 5g/cm^3 . Pour un vilebrequin 4 cylindres, le gain peut donc dépasser 1.5 kg.

5 [0027] Par ailleurs, un vilebrequin selon l'invention présente une réduction des concentrations de contraintes, ce qui permet une suppression des opérations de renforcement des gorges telles que le galetage, la nitruration ou la trempe par induction comme cela est le cas sur un vilebrequin classique.

[0028] De plus, on obtient un degré de liberté pour le débouché du canal de
10 lubrification ainsi qu'une amélioration du comportement acoustique vibratoire.

[0029] On décrira maintenant l'invention plus en détails en référence au dessin dans lequel la figure unique représente une vue en coupe longitudinale d'une partie d'un vilebrequin selon l'invention au niveau d'un maneton et d'un tourillon.

[0030] Comme on peut le voir que la figure, un vilebrequin selon l'invention est
15 constitué par un arbre 1 comprenant des tourillons coaxiaux 3, des manetons 2 réunis aux tourillons 3 par des bras 5 s'étendant sensiblement perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'arbre 1 et des contrepoids d'équilibrage (non visibles) portés par les bras 5 à l'opposé des manetons 2.

[0031] L'arbre 1 est monobloc et réalisé en fonte moulée, par exemple. Au niveau de
20 chaque maneton 2 et de chaque tourillon, est ménagée une gorge 4. Cette gorge 4 peut être obtenue lors du moulage ou bien peut être réalisée par usinage de l'arbre 1 issu de moulage.

[0032] Dans cette gorge 4 est ensuite fixé un anneau 6 dont la forme est appropriée
25 pour remplir la gorge 4. Cet anneau est réalisé en un matériau présentant une densité plus faible que celui constituant l'arbre 1. Ainsi l'anneau 6 est constitué d'un matériau polymère renforcé ou non de fibres tel que polyamide, polyphthalamide, polysulfure de phénylène, ou tout autre matériau approprié.

[0033] En réalisant cette gorge 4, on peut ainsi minimiser les concentrations de
30 contrainte sur le vilebrequin et en remplissant cette gorge d'un matériau avec une densité plus faible, on maintient l'interface avec les paliers et les bielles tout en procurant un allègement de la masse globale du vilebrequin. Les efforts appliqués par

une bielle sur la portée sont de l'ordre de 70 kN. La pression maximale au niveau de la portée est d'environ 100 MPa pour une température de 150 °C environ (température de l'huile).

5 [0034] De préférence, chaque anneau 6 est constitué de deux demi-anneaux qui sont ensuite fixés dans la gorge 4. Cette fixation peut alors se faire soit par adhérisation ou collage des demi-anneaux à la gorge 4, soit par soudage des demi-anneaux entre eux de façon à ce que l'anneau ainsi constitué exerce une pression élevée sur la gorge 4. On peut également envisager une fixation couplant une adhérisation et un soudage.

10 [0035] De manière préférée lorsque les demi-anneaux ne sont pas soudés entre eux, les demi-anneaux formant l'anneau 6 sont montés dans la gorge 4 avec un léger jeu de sorte que, lorsque la bielle montée sur un maneton exerce une pression sur l'un des demi-anneaux, il n'y ait pas de risque de désolidarisation du demi-anneau opposé.

15 [0036] La fixation peut notamment être réalisée par soudage par vibration, par soudage au miroir pour les matières plastiques, par soudage par résistance ou induction pour les parties métalliques.

[0037] On réalise ensuite les différents perçages au travers de l'arbre 1 et de l'anneau 6, nécessaires à réaliser le circuit de lubrification 7.

20 [0038] On peut ensuite fixer sur chaque anneau 6, une coquille extérieure métallique de protection du matériau de faible densité pouvant être en acier ou en un autre métal, également par soudage par adhérisation et/ou soudage.

[0039] L'invention n'est nullement limitée à l'exemple donné mais englobe l'ensemble des variantes de réalisation décrites.

REVENDEICATIONS

1. Vilebrequin destiné à équiper un moteur à combustion interne et constitué par un arbre métallique (1) comprenant des tourillons (3) coaxiaux, des manetons (2) réunis aux tourillons (3) par des bras (5) s'étendant sensiblement
5 perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'arbre (1) et des contrepoids d'équilibrage portés par les bras (5) à l'opposé des manetons (2), caractérisé en ce que ledit arbre (1) est monobloc et présente au niveau de chaque maneton (2) et de chaque tourillon (3) une gorge (4).
2. Vilebrequin selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans chaque gorge
10 (4) est fixé un anneau (6) en un matériau de densité plus faible que la densité du matériau constituant l'arbre (1), ledit anneau (6) remplissant la gorge (4).
3. Vilebrequin selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'arbre (1) est constitué d'un matériau tel que de la fonte, de l'acier moulé ou forgé.
4. Vilebrequin selon l'une des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que
15 chaque anneau (6) est constitué d'un matériau tel qu'un matériau polymère, un alliage léger, de plus faible densité que le matériau constituant l'arbre (1).
5. Vilebrequin selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que chaque anneau (6) est constitué de deux demi-anneaux qui sont fixés dans chaque gorge (4), autour d'un maneton ou d'un tourillon.
- 20 6. Vilebrequin selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce qu'une coquille métallique est rapportée et fixée sur chaque anneau.
7. Moteur thermique à combustion interne du type comprenant un vilebrequin selon l'une des revendications 2 à 6, transformant en rotation le mouvement rectiligne des pistons par l'intermédiaire d'un système bielle- manivelle, caractérisé en ce que
25 chaque anneau fixé dans une gorge maintient l'interface du vilebrequin avec un palier d'un carter ou une bielle.

- 8.** Procédé de fabrication d'un vilebrequin allégé selon la revendication 1 dans lequel on moule l'arbre (1) monobloc en un matériau tel que de la fonte, de l'acier constituant le squelette du vilebrequin, une gorge étant ménagée sur chaque tourillon (3) et maneton (2) dudit arbre (1) lors du moulage.
- 5 **9.** Procédé de fabrication d'un vilebrequin allégé selon la revendication 1 dans lequel on forge l'arbre (1) monobloc en acier constituant le squelette du vilebrequin, une gorge étant ménagée sur chaque tourillon (3) et maneton (2) dudit arbre (1) lors du forgeage.
- 10.** Procédé de fabrication d'un vilebrequin allégé selon la revendication 1 dans
10 lequel on réalise par moulage ou forgeage l'arbre (1) métallique monobloc constituant le squelette du vilebrequin, une gorge étant usinée sur chaque tourillon (3) et maneton (2) dudit arbre (1) lors d'étapes ultérieures au moulage ou forgeage.
- 11.** Procédé selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce qu'on fixe des
15 demi-anneaux en matériau de plus faible densité que le matériau du squelette, au squelette, par adhérisation et/ou par soudage.

1/1

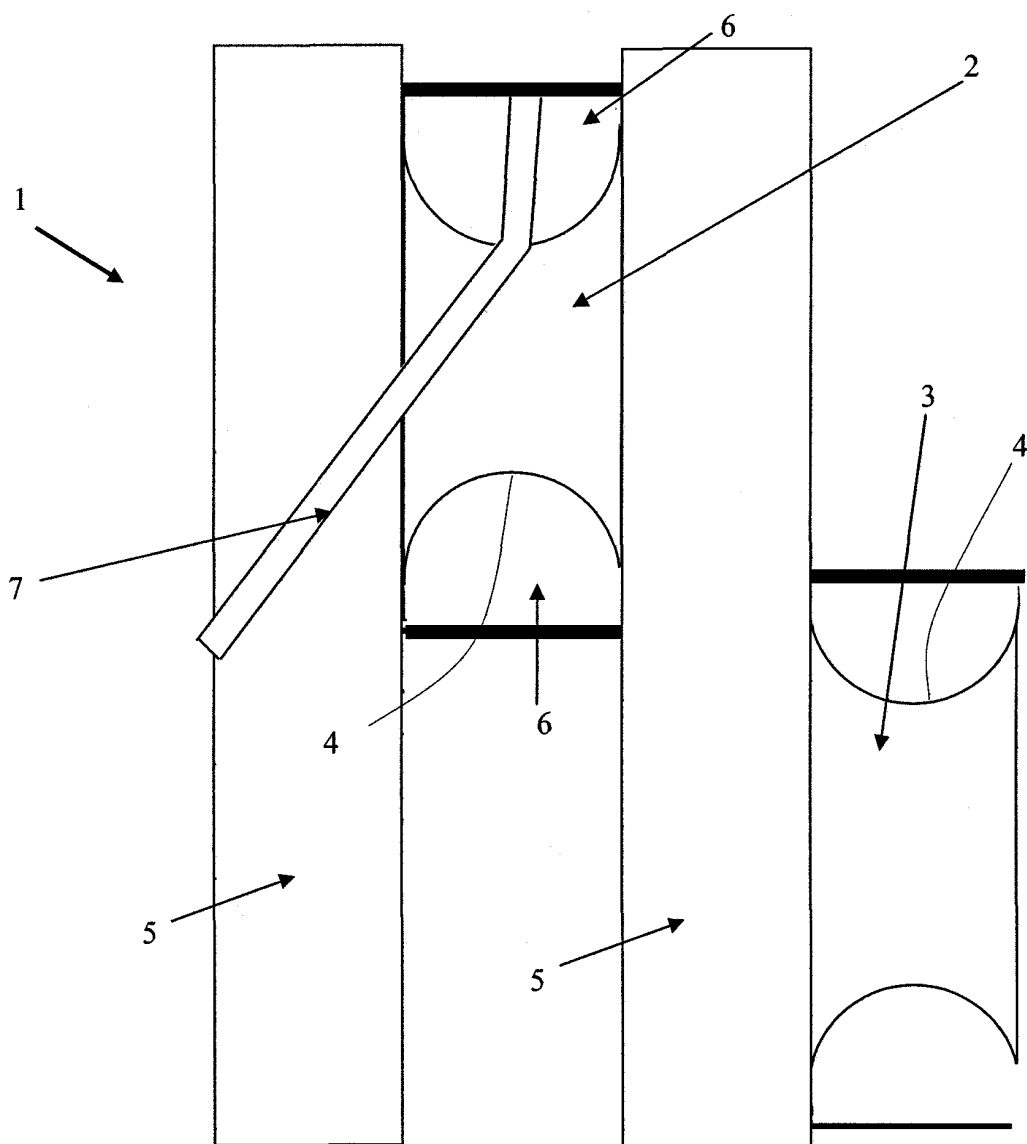


FIGURE 1



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 735185
FR 1053229

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 2 885 187 A1 (RENAULT SAS [FR]) 3 novembre 2006 (2006-11-03) * page 5, ligne 25 - page 8, ligne 11; figures 1,2 *	1,3,10	B22D19/00 B22D25/00 B23P15/00 F01M1/06
X	US 2 884 661 A (HURLEY ROY T) 5 mai 1959 (1959-05-05) * colonne 1, ligne 71 - colonne 4, ligne 53; figures 1,6 *	1-5,7-9, 11 6	
A	EP 1 947 353 A2 (SAMYOUNG MACHINERY CO LTD [KR]) 23 juillet 2008 (2008-07-23) * alinéa [0017] - alinéa [0031]; figures 1-3 *	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F16C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 janvier 2011		Möbius, Henning	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1053229 FA 735185**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 03-01-2011

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2885187	A1	03-11-2006	AUCUN	

US 2884661	A	05-05-1959	AUCUN	

EP 1947353	A2	23-07-2008	CN 101225850 A	23-07-2008
			KR 20080067528 A	21-07-2008
			US 2008168859 A1	17-07-2008
