

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 551 499

②① N° d'enregistrement national :

84 13722

⑤① Int Cl⁴ : F 02 F 1/16; C 23 C 8/32; F 16 J 10/04.

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 6 septembre 1984.

③① Priorité : GB, 6 septembre 1983, n° 83.23844.

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 10 du 8 mars 1985.

⑥① Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦① Demandeur(s) : *Société dite : AE PLC.* — GB.

⑦② Inventeur(s) : Norman Tommis.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

⑤④ Procédé de fabrication de chemises en acier doux pour cylindres de moteurs à combustion interne.

⑤⑦ L'invention concerne la fabrication des chemises pour
cylindres.

Elle se rapporte à un procédé selon lequel une chemise est
réalisée à la forme finale en acier doux, par exemple par
emboutissage, extrusion, etc. La chemise est alors placée dans
une chambre dont l'air est évacué et qui reçoit un mélange de
nitrocarburation contenant un gaz azoté et un gaz hydrocar-
boné. Le traitement, réalisé entre 500 et 650 °C, forme une
couche dure en surface qui ne nécessite aucune autre finition.
La chemise peut être emmanchée à force dans un bloc-mo-
teur, et elle résiste très bien à l'usure par les segments des
pistons.

Application à la fabrication des moteurs à combustion
interne.

FR 2 551 499 - A1

La présente invention concerne la fabrication des chemises pour cylindres des moteurs à combustion interne, du type qui comprend le traitement d'une surface interne de la chemise formée d'acier doux, cette surface
5 étant destinée à être au contact du piston, afin qu'elle résiste à l'usure due au piston et aux segments associés.

Dans de nombreux moteurs à combustion interne, chaque piston se déplace en translation dans un cylindre formé par une chemise sèche de forme générale cylindrique,
10 en général emmanchée à force, fixée par rétreint ou introduite d'une autre manière dans le bloc-moteur. La surface interne (ou "alésage") de la chemise du cylindre est au contact du piston associé et est donc soumise à une usure et un grippage. En outre, les chemises sèches peuvent
15 subir un frettage contre le bloc-moteur associé si bien qu'une chemise sèche satisfaisante doit pouvoir résister à cette usure et en même temps doit pouvoir être emmanchée à force ou glissée facilement dans le bloc-moteur associé puis démontée de ce bloc aussi facilement.

20 Un matériau couramment utilisé pour ces chemises est un acier doux à faible teneur en carbone, mais il n'a pas les caractéristiques d'usure satisfaisantes. Pour cette raison, on a utilisé diverses techniques destinées à améliorer les caractéristiques d'usure. L'une de ces
25 techniques est l'utilisation d'un matériau plus dur et plus résistant à l'usure que l'acier doux. Par exemple, des fontes ou des aciers à teneur élevée en nickel, en chrome et en molybdène peuvent être utilisés, surtout lorsqu'ils sont trempés ou revenus. Cependant, bien qu'ils
30 résistent très bien à l'usure, ils présentent l'inconvénient de posséder une ductilité bien inférieure à celle des aciers doux si bien que leur usinage à la configuration terminée nécessaire est difficile d'une manière correspondante. En outre, une chemise terminée pour cylindre
35 formée d'un tel matériau peut être fragile et peut donc provoquer des fractures lorsque la chemise est emmanchée à force dans un bloc-cylindre.

Une seconde technique est la réalisation d'une couche superficielle dure sur une chemise de cylindre formée d'acier doux ou de fonte. Une telle couche est un revêtement dur de chrome formé sur l'alésage de la chemise. Le revêtement de chrome présente cependant des inconvénients car il s'agit d'une opération coûteuse qui augmente ainsi le coût des chemises, et le dépôt ne retient pas facilement l'huile et peut donc être facilement soumis au grippage en cours d'utilisation. En outre, un revêtement de chrome peut se ramollir aux températures supérieures à 300°C si bien que sa résistance à l'usure diminue et nécessite une finition qui augmente le coût. D'autres traitements de durcissement en surface sont aussi d'application coûteuse.

L'invention concerne un procédé de fabrication d'une chemise d'acier doux pour cylindre d'un moteur à combustion interne, du type qui comprend le traitement de la surface interne de contact avec le piston au moins d'une chemise d'acier doux afin qu'elle résiste à l'usure d'un piston et des segments associés, caractérisé en ce qu'une chemise de cylindre est mise à la forme finale en acier doux, la chemise en forme étant alors placée dans une chambre dont l'air est chassé, un mélange gazeux d'un gaz de carburation et d'un gaz azoté, dans un rapport compris entre 25/75 et 75/25 % en volume, à une température de 500 à 650°C, étant transmis dans la chambre afin qu'il assure une nitrocarburation de la chemise.

On décrit maintenant plus en détail certains modes de réalisation considérés à titre purement illustratif de l'invention.

EXEMPLE 1

Une chemise sèche de cylindre est formée d'acier à faible teneur en carbone. Par exemple, le matériau peut avoir la composition suivante :

Acier doux (% en poids)

	Carbone	:	0,05 à 0,30
	Silicium	:	0,10 à 0,35
	Manganèse	:	0,40 à 1,4
5	Soufre	:	0,050 au maximum
	Phosphore	:	0,050 au maximum
	Nickel,	)	peuvent être présents soit sous
	Chrome,	)	forme de trace soit sous forme
	Molybdène	)	d'addition d'alliage en quantité faible
10	Reste	:	fer

Une billette d'un tel matériau est d'abord poinçonnée, emboutie ou extrudée par une filière de forme convenable afin qu'elle constitue une ébauche de forme générale cylindrique. L'ébauche est alors usinée à la configuration finale de la chemise par usinage d'un flasque d'extrémité, le cas échéant, et par mise aux dimensions voulues des surfaces cylindres interne et externe.

La chemise en forme est alors placée dans une chambre dont l'air est chassé. Ensuite, un gaz azoté, par exemple de l'ammoniac, et un gaz de carburation, par exemple un gaz hydrocarboné exothermique, sont introduits dans la chambre à une température comprise entre 500 et 650°C. La proportion des deux gaz azoté et de carburation peut être comprise entre 25/75 et 75/25 (% en volume) bien que des essais réalisés avec l'ammoniac et un gaz hydrocarboné exothermique aient montré que des rapports 50/50 ou 60/40 (% en volume) donnaient d'excellents résultats.

Les gaz sont au contact des surfaces de la chemise et le carbone et l'azote des gaz diffusent à partir de ces surfaces dans l'acier doux de la chemise en formant une mince couche (appelée couche "epsilon") ayant de 5 à 20 microns d'épaisseur et à partir de laquelle la diffusion s'effectue dans la masse de la chemise. Dans le cas d'un matériau particulier, la profondeur totale de pénétration dépend du temps pendant lequel les gaz sont transmis, et elle peut être réglée afin qu'elle donne par exemple une couche "epsilon" de 10 microns

d'épaisseur et une pénétration totale de 0,1 à 0,3 mm. Par exemple, le temps peut être de 2 à 4 h. Une dureté de surface Vickers de 800 ou plus peut être obtenue et elle diminue progressivement mais non uniformément jusqu'à
5 la dureté du matériau de base. Cette épaisseur se conserve lors de l'exposition ultérieure de la chemise à des températures de fonctionnement pouvant atteindre 550°C.

La chemise est alors retirée de la chambre et elle est prête à être immédiatement utilisée sans
10 autre étape de finition. La chemise a une surface externe dure résistant à l'usure et une âme ductile. En outre, le traitement accroît notablement la résistance à la fatigue du revêtement. Ceci peut avoir une importance particulière lorsqu'un flasque est disposé sur la chemise
15 et dépasse beaucoup à l'extérieur de celle-ci étant donné que la résistance à la fatigue augmente la résistance à la fatigue du flasque et réduit ainsi les risques de rupture du flasque et l'apparition de fissures dans la région du flasque.

20

EXEMPLE 2

Une chemise sèche pour cylindre a été réalisée en acier doux ayant une teneur en carbone de 0,18 %, de la même manière que décrit précédemment en référence à la figure 1. La chemise en forme a été placée dans
25 une chambre dont l'air a été chassé et a subi une nitrocarburation comme décrit précédemment en référence à l'exemple 1 ; la température était de 570°C et la durée de traitement de 3 h.

Après traitement, la chemise a été rapidement
30 refroidie par un gaz puis retirée de la chambre et examinée. L'alésage et la surface externe de la chemise avaient des couches égales nitrocarburées. Une couche superficielle blanche "epsilon" de 0,04 mm d'épaisseur recouvrait une structure complexe d'aiguilles de nitrure de fer dans
35 des grains de ferrite sur une profondeur dépassant 0,2 mm avec une pénétration totale observée de 0,3 mm. Dans la masse de la structure, la dureté diminuait d'une dureté

Vickers de 540 juste au-dessus de la couche superficielle à une dureté de 380 à 0,15 mm de profondeur. La dureté de l'âme du matériau était de 160-178 à 0,35 mm au-dessous de la surface.

5 Des chemises de cylindres traitées comme décrit précédemment ont alors être utilisées dans un moteur diesel à turbocompresseur. Après 300 h de fonctionnement, l'usure de la surface de la chemise était négligeable. La consommation d'huile était acceptable à 0,5 % de la consommation
10 de carburant et la puissance supérieure d'environ 1 % à celle des chemises non traitées, étant donné la surface de chemise à faible frottement qui, après fonctionnement, a un aspect vitreux. Après 550 h, la consommation d'huile avait légèrement augmenté à 0,7 % de la consommation
15 de carburant, du fait de l'enfoncement des segments, mais elle est encore acceptable. La puissance avait augmenté de 1,3 % sans augmentation de la consommation de carburant.

Les procédés de fabrication décrits précédemment et les chemises ainsi fabriquées présentent un certain
20 nombre d'avantages importants. Comme la chemise est formée d'acier doux ductile et comme tout l'usinage est réalisé avant la nitrocarburation, la mise en forme de la chemise peut être réalisée facilement et rapidement. Des aciers doux et des fontes qui conviennent sont peu coûteux si
25 bien que le coût des chemises est réduit. L'opération de nitrocarburation donne à la chemise une finition de surface qui résiste bien à l'usure, qui reste efficace aux températures élevées (pouvant atteindre 550°C) et qui pénètre sur une profondeur notable à partir de la
30 surface (0,01 à 0,3 mm).

Une telle chemise peut être emmanchée à force dans un bloc-moteur sans qu'elle risque de se rompre par fragilité, car il reste une âme centrale ductile. La surface externe résiste à l'usure par frettage sur
35 le bloc-moteur. La surface interne de coopération avec le piston résiste à l'usure et au grippage du piston et des segments associés car la surface est bien mouillée par un film d'huile. Il est aussi particulièrement avanta-

geux que les segments du piston soient aussi nitrocarburés par exemple comme décrit dans la demande publiée de brevet britannique n° 2 112 025. La surface dure des segments a tendance à user la chemise en l'absence d'une surface
5 de dureté correspondante de la chemise. Lorsque la chemise est de type humide, la surface externe résiste bien à l'érosion par cavitation.

Il faut aussi noter que les chemises de cylindres réalisées comme décrit précédemment ont une résistance
10 accrue à l'oxydation atmosphérique, si bien que les coûts d'emballage et de transport sont réduits.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art aux dispositifs et procédés qui viennent d'être décrits uniquement à titre
15 d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de chemise en acier doux pour cylindre d'un moteur à combustion interne, du type qui comprend le traitement de la surface interne,
5 au moins d'une chemise d'acier doux destinée à être au contact d'un piston afin qu'elle résiste à l'usure d'un piston et des segments associés, caractérisé en ce qu'une chemise de cylindre est mise à la forme finale à partir d'acier doux, la chemise en forme étant alors placée
10 dans une chambre dont l'air est chassé, un mélange gazeux d'un gaz de carburation et d'un gaz azoté, dans un rapport compris entre 25/75 et 75/25 % en volume, à une température comprise entre 500 et 650°C, étant transmis dans la chambre afin qu'il assure la nitrocarburation de la chemise.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz azoté est l'ammoniac et le gaz de carburation est un gaz hydrocarboné exothermique.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les proportions des gaz sont
20 comprises entre 50/50 et 60/40 % en volume.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la température est de 550°C.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendica-
25 tions 1 à 4, caractérisé en ce que la chemise est traitée pendant un temps tel que la profondeur totale de pénétration de la couche nitrocarburee, dans la surface de la chemise, est comprise entre 0,1 et 0,3 mm, avec une couche superficielle "epsilon" d'épaisseur comprise entre 0,005 et
30 0,020 mm.
6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le temps de traitement est compris entre 2 et 4 h.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendi-
35 cations 1 à 6, caractérisé en ce que, avant nitrocarburation, une ébauche de forme générale tubulaire, formée d'acier doux, est réalisée et est usinée à la configuration d'une chemise pour cylindre à la forme finale, cette

chemise subissant alors la nitrocarburation.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'ébauche tubulaire est réalisée par une opération d'extrusion ou de pressage ou par emboutissage profond.

5 9. Chemise pour cylindre, caractérisée en ce qu'elle est fabriquée par un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.