

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 82 02965**

(54) **Piston composite pour machine hydromécanique volumétrique et procédé de fabrication dudit piston.**

(51) **Classification internationale (Int. Cl. 7). F 16 J 1/00; B 23 P 15/10.**

(22) **Date de dépôt..... 23 février 1982.**

(33) (32) (31) **Priorité revendiquée :**

(41) **Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 34 du 26-8-1983.**

(71) **Déposant : VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY  
INSTITUT PROMYSHLENNYKH GIDROPRIVODOV I GIDROAVTOMATIKI et KHAR-  
KOVSKY POLITEKHNICHESKY INSTITUT IMENI V. I. LENINA. — SU.**

(72) **Invention de : V. A. Evstratov, M. Y. Elkin, V. Y. Danilenko, I. M. Stepunin, N. E. Tsenta, S. A.  
Rud, et L. M. Belferman.**

(73) **Titulaire : Idem (71)**

(74) **Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.**

La présente invention est relative à la mécanique des fluides et a notamment pour objet un piston composite pour machine hydromécanique volumétrique et un procédé de fabrication dudit piston.

5 L'invention peut être utilisée avec le plus de succès dans les entreprises de constructions mécaniques produisant soit les pistons composites eux-mêmes, soit des machines hydromécaniques volumétriques, par exemple des pompes à pistons axiaux ou des moteurs hydrauliques.

10 On entend par "piston composite" un piston ou plongeur dont le corps est une douille présentant d'un côté un orifice borgne coaxial dans lequel est logée une âme en un matériau plus léger que le matériau de la douille, par exemple en aluminium. L'âme est fixée à demeure dans  
15 l'orifice du piston.

On sait, en mécanique des fluides appliquée, que les pistons composites sont employés en vue d'améliorer le rendement volumétrique des machines hydromécaniques. On connaît aussi le problème posé par la nécessité de fixer  
20 d'une manière immobile l'âme dans le trou du corps de piston. Ce problème est lié au fait que lors du fonctionnement de la machine hydromécanique, lorsque le piston exerce un nombre important de courses en va-et-vient par unité de temps sous l'effet d'un fluide dont la pression va jusqu'à  
25 32 MPa, ce piston subit de fortes charges dynamiques. Il s'ensuit que l'âme du piston, logée dans l'orifice de celui-ci, sous l'action des forces d'inertie, détruit les moyens par lesquels elle est immobilisée dans le corps du piston.

30 Toute les tentatives visant à mettre au point un moyen de fixation plus fiable ont abouti soit à une structure alourdie, soit à une technique plus compliquée de fabrication de ces pistons composites.

On connaît, par exemple, un piston composite pour  
35 machine hydromécanique volumétrique (voir le brevet d'invention RDA N° 73453) comportant un piston proprement dit

sous forme d'un corps cylindrique présentant un trou coaxial borgne. Une âme en matériau plus léger que le matériau du piston est montée dans ce trou borgne à l'aide d'un filetage. Pour que l'âme en question soit mieux immobilisée dans le piston, ce dernier est muni, outre l'assemblage par filet, de moyens d'assemblage auxiliaires qui se présentent sous forme d'une goupille servant à la fixation réciproque du piston et de l'âme et d'une bague de blocage fendue montée dans une rainure annulaire ménagée dans la paroi délimitant le trou borgne du piston.

Plusieurs difficultés surgissent lors de l'exploitation de ce piston composite. Premièrement, la présence du filetage dans le corps du piston contribue à la concentration de contraintes mécaniques, ce qui nuit, en l'occurrence, à la fiabilité du piston. Deuxièmement, les jeux présents dans l'assemblage vissé, en particulier, et entre la surface intérieure du piston (surface délimitant le trou borgne) et la surface de l'âme, en général, ont tendance à augmenter sous l'effet des charges dynamiques. Ceci aboutit en fin de compte à la destruction du piston; en d'autres termes, le piston "se divise" sous l'effet des déplacements de son âme se déplaçant sous l'action des forces d'inertie.

Outre les inconvénients dus à la construction du piston, on se heurte aussi à des difficultés lors de la fabrication de ces pistons.

D'abord, on est tenu d'opérer séparément pour obtenir les dimensions finales du piston proprement dit et de l'âme suivant leur longueur. Ensuite on procède à l'exécution d'un filetage intérieur dans le piston et un filetage extérieur sur son âme. On doit, d'autre part, pratiquer une rainure destinée à recevoir la bague de blocage fendue et percer un orifice pour la goupille. Ce n'est qu'alors qu'on peut procéder à l'assemblage.

Ainsi, la construction décrite plus haut ne peut pas satisfaire aux normes de fiabilité et nécessite une technologie complexe exigeant beaucoup de main d'oeuvre.

On connaît un autre piston composite (voir le brevet Etats Unis d'Amérique N° 3.633.467) dont la surface délimitant le trou borgne présente des saillies annulaires de formes différentes (bagues, filetage, etc.). Ce trou borgne est par la suite rempli d'une charge liquide qui, solidifiée, forme l'âme du piston composite.

Bien que la fabrication d'une telle structure exige relativement moins de main d'oeuvre, la fiabilité de l'immobilisation de l'âme dans le trou du piston composite n'est pas suffisante. Ladite structure exige une technologie compliquée, c'est-à-dire une technologie comportant un traitement métallurgique et mécanique compliqué des métaux constituant le piston.

On connaît aussi un piston composite et un procédé de fabrication de celui-ci (voir le certificat d'auteur URSS N° 412813 ). Suivant ce procédé, le corps du piston et la pièce formant âme sont usinés de manière à obtenir pratiquement leurs dimensions finales, en prévoyant sur la face du piston correspondant à l'extrémité ouverte du trou un collet qui est concentrique à ce trou. Par la suite, la pièce formant âme est logée dans le trou du piston et on procède à la déformation plastique dudit collet en vue de rétrécir l'extrémité ouverte du trou et, de cette façon, d'y bloquer ladite pièce.

Dans le piston ainsi conçu, un jeu est prévu entre la surface de la pièce formant âme et la surface intérieure du piston, ce qui permet de ne pas limiter le déplacement de l'âme dans le trou du piston et, en fin de compte, conduit à la destruction du collet de blocage, c'est-à-dire la destruction du piston et une panne de la machine hydromécanique. D'autre part, le fait de réaliser un collet sur la face du piston conduit à une augmentation du poids de celui-ci et nuit à l'utilisation efficace du volume de la chambre de travail de la machine hydromécanique.

Pour ce qui est de la technologie de fabrication d'un tel piston, tous les inconvénients propres aux procédés connus de fabrication des pistons composites, à savoir, l'usinage du piston séparément de la pièce formant son âme  
5 opéré pratiquement jusqu' à obtention de leurs dimensions finales permettant leur assemblage subséquent, s'appliquant également à cette technologie.

L'invention vise donc un piston composite pour une  
10 machine hydromécanique volumétrique et un procédé de fabrication dudit piston, qui, tout en étant plus simples au point de vue conception et technologie, permettraient une immobilisation plus fiable de l'âme dans le corps du piston grâce à la déformation plastique simultanée de l'ébauche du piston  
15 et de celle de l'âme et grâce à un contact étroit et serré entre la surface intérieure du piston et la surface de l'âme.

Le problème ainsi posé est résolu à l'aide d'un piston composite pour machine hydromécanique volumétrique, du type comportant un piston proprement dit, sous forme  
20 d'un corps cylindrique présentant un trou borgne coaxial à la surface extérieure de celui-ci et dans lequel est logée une âme constituée d'un matériau plus léger que celui du piston et qui y est immobilisée par un rétrécissement de l'extrémité ouverte dudit trou, lequel piston composite est  
25 caractérisé, selon l'invention, en ce que la surface de l'âme et la surface intérieure du piston sont congruentes et en contact mutuel sans jeu, à ajustement serré, la paroi du piston située près de l'extrémité ouverte du trou borgne étant plus épaisse que la paroi de sa partie médiane.

30 L'absence de jeu entre la surface intérieure du piston et la surface de l'âme exclut la possibilité de déplacement axial de celle-ci. D'autre part, le rétrécissement du trou borgne vers son extrémité ouverte constitue un moyen supplémentaire d'immobilisation fiable de l'âme.

35 Le problème exposé plus haut est aussi résolu à l'aide d'un procédé de fabrication de pistons composites pour machines hydromécaniques volumétriques, du type

consistant à introduire une âme dans le trou borgne d'un piston et à immobiliser cette âme dans le corps dudit piston au moyen d'un rétrécissement dudit trou borgne vers son extrémité ouverte, lequel procédé est caractérisé, selon 5 l'invention, en ce que dans une ébauche de piston en forme de gobelet est introduite une ébauche d'âme, que l'ébauche composite ainsi obtenue est soumise à une extrusion ou filage à froid direct à travers une matrice, le diamètre extérieur de l'ébauche de piston étant choisi  $1/\xi$  fois supérieur au diamètre 10 du piston fini,  $\xi$  étant le taux de déformation admissible pour le matériau considéré lors de son extrusion à froid directe, le diamètre du trou borgne étant choisi sur la base d'une relation directement proportionnelle entre les aires des sections transversales de l'ébauche de piston et du piston fini, et la partie de 15 fond du trou borgne de l'ébauche de piston étant réalisée en forme de cône tronqué.

Ce procédé n'exige pas un usinage de précision de l'ébauche de piston et de l'ébauche d'âme. Par simple introduction de l'une dans l'autre, les ébauches de piston 20 et d'âme sont réunies de manière à former une ébauche composite. Le piston composite obtenu par extrusion à travers la matrice ne doit être usiné qu'en vue de sa finition. Tout cela simplifie considérablement le processus technologique et permet d'obtenir un piston composite de fiabilité accrue

25 Il est rationnel que l'ébauche de piston composite soit poussée dans la matrice par l'intermédiaire d'une autre ébauche composite similaire.

Cette technique assure la fabrication en continu des pistons et permet de se passer d'un mandrin ne pouvant 30 être utilisé qu'une seule fois et de dimensions correspondant à celles de l'ébauche composite en cours d'usinage.

L'invention sera mieux comprise et d'autres but, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description qui va suivre de différents 35 modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs avec références au dessin unique annexé

dans lequel :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un piston composite, conforme à l'invention, d'une machine hydromécanique volumétrique;

5       - la figure 2 représente schématiquement une ébauche de piston dans le trou borgne duquel est logée une ébauche d'âme;

- la figure 3 représente une matrice servant à l'extrusion de l'ébauche composite;

10       - la figure 4 illustre schématiquement le processus d'extrusion de l'ébauche composite à travers la matrice.

Le piston composite, dont l'ensemble est désigné par le dièdre de référence 1, comporte un piston proprement dit 2 de forme cylindrique (voir la figure 1). Dans le piston 2 est ménagé un trou borgne 3 coaxial à la surface extérieure de celui-ci et délimité, d'un côté, par le corps dudit piston 2. Le trou borgne 3 se rétrécit vers son extrémité ouverte (c'est-à-dire vers l'extrémité opposée à celle qui est délimitée par le corps du piston 2), de sorte que la paroi du piston formée par sa surface travaillante extérieure et sa surface intérieure présente une épaisseur maximale "a" près de ladite extrémité ouverte du trou borgne.

25       Dans le trou borgne 3 est introduite une âme 4. L'âme 4 est réalisée à partir d'un matériau plus léger que celui du piston 2. La surface de l'âme 4 et la surface intérieure du piston 2 sont congruentes et en contact mutuel sans jeu et à ajustement serré.

30       Comme il ressort de la figure 1, le piston 1 présente, à son bout opposé à l'extrémité ouverte du trou borgne 3, une partie sphérique 5 qui, de même que l'orifice coaxial 6 traversant longitudinalement le piston 1, ne sera pas examinée dans la présente description car ces deux éléments ne caractérisent pas la présente invention et se retrouvent dans tout piston de machine hydromécanique volumétrique.

35       Pour obtenir un piston composite du type décrit

ci-dessus, on opère de la manière suivante.

On procède par extrusion ou filage inverse à froid ou par coupe en vue d'obtenir une ébauche 7 de piston, sous forme d'un gobelet comportant un trou borgne 8

5 Le diamètre extérieur de l'ébauche 7 de piston (figure 2) est choisi  $1/\epsilon$  fois supérieur au diamètre du piston composite à obtenir,  $\epsilon$  étant le taux de déformation admissible pour le matériau considéré lors de l'extrusion à froid directe. Le diamètre du trou borgne 8 de l'ébauche 10 7 de piston est choisi sur la base d'une relation directement proportionnelle entre les aires des sections transversales de l'ébauche 7 de piston et du piston fini 1. La partie de fond 9 du trou borgne de l'ébauche 7 de piston est réalisée sous forme d'un cône tronqué.

15 L'ébauche d'âme 10 est exécutée sous forme d'un cylindre dont le diamètre est sensiblement égal à celui du trou borgne 8 ménagé dans l'ébauche 7 de piston. La longueur du cylindre 10 est inférieure de quelques millimètres (environ 2-3 mm) à la profondeur du trou borgne 20 8 de l'ébauche 4 de piston. Pour des raisons connues dans le domaine technique considéré, l'ébauche d'âme 10 est fabriquée en un matériau plus léger que celui de l'ébauche 7 de piston.

Pour obtenir l'ébauche composite 11, l'ébauche 25 d'âme 10 est insérée dans le trou borgne 8 ménagé dans l'ébauche 7 de piston.

Ensuite, l'ébauche composite 11 ainsi obtenue est soumise à l'extrusion ou filage à froid direct à travers une matrice 12 (voir la figure 3). La partie d'en- 30 trée de la matrice 12 se présente sous forme de deux chanfreins qui forment respectivement un angle  $\alpha$  et un angle  $\beta$  avec la génératrice du tronçon conformateur de l'orifice de la matrice 12. L'angle  $\alpha$  est de 10 à 20°, et l'angle  $\beta$ , de 30 à 50°.

35 Comme il ressort de la figure 4, l'ébauche composite 11 est soumise à l'extrusion à froid directe à

à l'aide d'une étampe munie d'une matrice 12 et d'un conteneur 13 monté coaxialement à cette dernière. Le conteneur 13 sert de guidage à un poinçon ou, en l'occurrence, à une deuxième ébauche composite 14 poussant la première ébauche composite 11 dans l'orifice de la matrice 13.

Au stade initial du processus d'extrusion, on assiste à la formation du profil du corps de piston et du fond de sa cavité et, ensuite, à l'écoulement simultané du matériau formant le piston (acier) et du matériau formant l'âme (aluminium). Au stade final de l'extrusion, lorsque le culot de métal est haut de 2 à 5 mm, l'extrémité ouverte du trou borgne de l'ébauche de piston se rétrécit brusquement de sorte que la paroi formée par les surfaces extérieure et intérieure du piston à obtenir présente l'épaisseur maximale  $a$  (voir la figure 1) au voisinage de l'extrémité ouverte du trou borgne du piston. Du fait que les ébauches composites arrivent dans l'étampe l'une après l'autre, on assiste à une déformation continue de ces ébauches ou, ce qui revient au même, à une fabrication ininterrompue des pistons composites dont les parties composantes sont réunies de manière à former un tout inséparable.

#### Exemple.

On a obtenu des pistons composites à partir d'ébauches de piston constituées d'aciers à bas carbone ( $C \leq 0,25\%$ ) moyennement alliés, se prêtant bien au durcissement superficiel par une technique thermochimique ou autre. Les ébauches d'âme étaient constituées par des alliages d'aluminium déformables à limite d'élasticité  $\sigma_e$  variant de 108 à 216 MPa ou de 11 à 22 kg/mm<sup>2</sup>. Pour augmenter la productivité et économiser le métal, les ébauches de piston en forme de gobelet ont été obtenues par extrusion à froid inverse.

Les dimensions principales des ébauches et celles des pistons composites résultant de l'extrusion sont réunies dans le tableau qui suit.

TABLEAU

| Dimensions de l'ébauche de piston en<br>forme de gobelet |                       |                                                                               | Taux de déformation<br>du matériau du<br>gobelet | Dimensions requises des<br>pistons finis |          |                      |
|----------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|----------|----------------------|
| Diamètre<br>extérieur                                    | Hauteur du<br>gobelet | Diamètre du trou<br>borgne du gobelet et<br>diamètre de l'ébau-<br>che d'âme. | $\xi$                                            | Diamètre<br>extérieur                    | Longueur | Diamètre de<br>l'âme |
| 32                                                       | 34                    | 20                                                                            |                                                  | 22,6                                     | 90       | 14                   |
| 48                                                       | 75                    | 30                                                                            | 0,54                                             | 32,6                                     | 150      | 20                   |

L'étude métallographique des pistons composites a confirmé que l'âme et le corps du piston étaient réunis étroitement l'un à l'autre. La forme ondulée de leur interface interdisait toute rotation de l'âme par rapport au corps du piston.

5

D'autre part, les essais effectués ont montré que, lors de l'extraction à la presse de l'âme placée dans un disque découpé dans la partie médiane du piston, le cisaillement se produisait dans le matériau de l'âme et non pas suivant l'interface des deux métaux.

10

REVENDICATIONS

1. Piston composite pour machine hydromécanique volumétrique, du type comportant un piston proprement dit (2) sous forme d'un corps cylindrique présentant un trou borgne (3) coaxial à sa surface extérieure et dans lequel  
5 est logée une âme (4) constituée d'un matériau plus léger que celui du piston et immobilisée dans ledit trou au moyen d'un rétrécissement de l'extrémité ouverte dudit trou, caractérisé en ce que toute la surface de l'âme (4) et la surface intérieure du piston (2) sont congruentes et  
10 en contact mutuel sans jeu et à ajustement serré, l'épaisseur de la paroi du piston comprise entre ses surfaces intérieure et extérieure étant maximale près de l'extrémité ouverte du trou borgne.

2. Procédé de fabrication de pistons composites  
15 pour machines hydromécaniques volumétriques, du type consistant à introduire une âme dans un trou borgne ménagé dans le corps du piston et à immobiliser cette âme dans le trou en question au moyen d'un rétrécissement de l'extrémité ouverte de celui-ci, caractérisé en ce que l'ébauche  
20 (7) de piston est réalisée sous forme d'un gobelet dans le trou borgne (8) duquel on introduit une ébauche (10) d'âme, l'ébauche composite (11) ainsi obtenue est soumise à une extrusion à froid directe à travers une matrice, le diamètre extérieur de l'ébauche (7) de piston est choisi  
25  $1/\epsilon$  fois supérieur au diamètre du piston fini (1),  $\epsilon$  étant le taux de déformation admissible du matériau considéré lors de l'extrusion à froid directe, le diamètre du trou borgne (8) est choisi sur la base d'une relation directement proportionnelle entre les aires des sections transversales  
30 de l'ébauche de piston (7) et du piston fini, et la partie de fond (9) du trou borgne de l'ébauche de piston (7) est réalisée en forme de cône tronqué.

3. Procédé conforme à la revendication 2,

caractérisé en ce que l'ébauche composite (11) est poussée dans la matrice par l'intermédiaire d'une autre ébauche composite similaire.

Pl unique

2522103

