



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 478 413 B1**

12

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

- 49 Date de publication du fascicule du brevet: **13.12.95** 51 Int. Cl.⁸: **B22C 9/04**
21 Numéro de dépôt: **91402417.9**
22 Date de dépôt: **11.09.91**

54 **Procédé de préparation d'un moule de fonderie à partir de mousse alvéolaire et barbotines céramiques utilisées**

30 Priorité: **12.09.90 FR 9011256**

43 Date de publication de la demande:
01.04.92 Bulletin 92/14

45 Mention de la délivrance du brevet:
13.12.95 Bulletin 95/50

84 Etats contractants désignés:
DE FR GB

56 Documents cités:
EP-A- 0 251 847 BE-A- 670 059
DE-C- 945 717 FR-A- 2 348 772
GB-A- 952 270 GB-A- 1 598 801

73 Titulaire: **SOCIETE NATIONALE D'ETUDE ET DE CONSTRUCTION DE MOTEURS D'AVIATION, "S.N.E.C.M.A."**
2, Boulevard du Général Martial Valin
F-75015 Paris (FR)

72 Inventeur: **Cuisin, Thierry André**
9 Place Alessandria
F-95100 Argenteuil (FR)
Inventeur: **Poirier, Vincent Raymond Jacques**
1, les Linandes Oranges
F-95000 Cergy (FR)

74 Mandataire: **Moinat, François et al**
S.N.E.C.M.A.
Service des Brevets
Boîte Postale 81
F-91003 Evry Cédex (FR)

EP 0 478 413 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un moule céramique destiné à la coulée de pièces, notamment dans les procédés de fonderie du type à modèle perdu. Elle concerne également les barbotines et le procédé utilisés pour la préparation dudit moule.

Comme il est déjà bien connu, les procédés de fonderie à modèle en cire perdue utilisant un moule en céramique comportent notamment les étapes suivantes :

- réalisation d'un modèle, généralement en cire, de la pièce à réaliser,
- enrobage du modèle par couches successives à partir de barbotines de compositions déterminées avec séchages intermédiaires, de manière à former ledit moule-carapace,
- traitement thermique ou cuisson selon des cycles déterminés de températures et durées de manière à obtenir une consolidation ou "cuisson" du moule et l'élimination du modèle,
- réalisation d'une opération de coulée de pièce dans le moule obtenu qui peut par exemple avoir la forme d'une "grappe" dans le cas d'une coulée simultanée de plusieurs pièces, notamment pour des applications aéronautiques telles que des aubes de moteur, particulièrement visées par l'invention,
- élimination du moule-carapace.

Des exemples de compositions de barbotines utilisées pour la fabrication de moules-carapaces de fonderie ont été notamment décrits par EP-A-0 251 847, US-A-3 249 972, FR-A-2 348 772.

On connaît par ailleurs, par FR-A-2 479 044, un procédé de fonderie utilisant un modèle fusible qui est obtenu au moins en partie à partir d'une composition moussante du type mousse de polyuréthane ou mousse époxy.

Il est également connu du document GB-A-952 270 d'utiliser un matériau réfractaire expansé (vermiculite) pour former une chemise isolante autour d'un moule classique.

Un des buts de l'invention est d'obtenir une solution alternative pour la fabrication de moules en matériau céramique destinés à des applications en fonderie à modèle perdu, de manière que les moules ainsi obtenus répondent aux différentes conditions de leur utilisation généralement recherchées dans ce domaine, en permettant d'obtenir des pièces coulées répondant à des critères stricts de qualité, notamment pour des applications aéronautiques telles que pièces en superalliages pour moteurs aéronautiques. Un but de l'invention est également de proposer un procédé de fabrication desdits moules dans lequel les manipulations sont simplifiées et les risques de rebuts en cours d'élaboration sont réduits, tout en procurant un gain de

temps dans le cycle de préparation.

Un procédé de préparation d'un moule de fonderie répondant à ces conditions comporte les étapes suivantes :

- 5 (a) - réalisation d'une couche de contact sur un modèle du type cire, selon une technique connue en soi ;
- (b) - mise en place du modèle ainsi revêtu à l'étape (a) dans un moule de préparation reproduisant la forme extérieure du moule de coulée à obtenir ;
- 10 (c) - introduction dans la cavité ménagée entre le modèle revêtu et ledit moule d'une barbotine céramique dont la composition est telle qu'elle forme une mousse alvéolaire cohérente qui, après expansion, remplit la cavité et adhère à la surface du modèle revêtu ;
- 15 (d) - démoulage, après 5 à 30 minutes ;
- (e) - décirage, éliminant le modèle ;
- 20 (f) - cuisson du moule de coulée conduisant à une consolidation par frittage.

Avantageusement, la barbotine céramique utilisée à l'étape (c) du procédé de préparation de moule décrit ci-dessus peut être élaborée au choix à partir de deux séries de constituants.

Selon un premier mode de réalisation, ladite barbotine céramique est constituée de :

- 30 à 40% d'un produit liant pris dans le groupe du silicate de soude et de l'acide phosphorique ;
- 40 à 50% d'une charge céramique réfractaire composée de produits connus en soi ou leur mélange : zircon, alumine ou mullite ;
- 5 à 10% d'un produit qui en présence d'un catalyseur (3 à 4%) réagit en provoquant un dégagement gazeux, ce produit étant choisi dans le groupe des perborates comprenant le perborate de sodium et des peroxydes comprenant l'eau oxygénée et le catalyseur étant du polyoxyméthylène ;
- 2 à 3% de produits adjuvants comprenant des agents de cohésion ou des défloculants connus en soi.

Selon un deuxième mode de réalisation, ladite barbotine céramique est obtenue à partir de :

- 40 à 60% d'une charge céramique réfractaire composée de produits connus en soi ou leur mélange : zircon, alumine, mullite ;
- 2 à 3% d'agents de cohésion, connus en soi ;
- deux produits à base de silicone dans les proportions de 20 à 30% chacun dont le mélange forme une mousse cohérente par dégagement gazeux et réticulation des polymères silicones.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre des exemples non limita-

tifs ci-après qui illustrent l'invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue schématique en coupe d'un montage utilisé dans le procédé de préparation d'un moule de fonderie conforme à l'invention ;
- la figure 2 montre le montage de la figure 1 lors de de l'étape suivante dudit procédé.

EXEMPLE 1

La réalisation d'un moule céramique de coulée de pièces en fonderie à modèle perdu comporte une première étape (a) connue en soi consistant à revêtir le modèle perdu, notamment en cire, d'une couche de contact, par exemple par immersion dans une barbotine à base de suspension de céramiques avec liants et adjuvants divers puis séchage et dépôt de grains de céramiques par saupoudrage.

A l'étape suivante (b), schématisée sur la figure 1, le modèle 1 ainsi revêtu est placé dans un moule 2 de préparation. Le modèle 1 est fixé sur un support 3 et le moule 2 de préparation reproduit la forme de la surface extérieure du moule de coulée à obtenir. Ce moule 2 de préparation est en un matériau adapté à cet usage, par exemple en silastène ou une autre matière plastique ou un matériau composite ou métallique.

A l'étape suivante (c), on prépare une barbotine céramique de composition remarquable, conforme à l'invention et constituée de :

- 30 à 40% d'un produit liant, tel que notamment du silicate de soude ou de l'acide phosphorique ;
- 40 à 50% d'une charge céramique réfractaire composée de produits connus en soi tels que zircon, alumine ou mullite ou leurs mélanges ;
- 5 à 10% d'un produit qui en présence d'un catalyseur (3 à 4%) réagit en provoquant un fort dégagement gazeux, ce produit étant choisi dans le groupe des perborates tel que le perborate de sodium et des peroxydes tel que l'eau oxygénée, le catalyseur étant par exemple du polyoxyméthylène ;
- 2 à 3% de divers agents de cohésion et défloculants, connus en soi.

Ces différents produits étant mélangés, la barbotine obtenue est introduite dans la cavité 4 ménagée entre le modèle revêtu 1 et le moule 2 de préparation soit par injection, soit par remplissage en la versant. La réaction de dégagement gazeux produit une expansion de la mousse autour du modèle 1 tel que représenté en 5 sur la figure 2. Cette réaction s'accompagne d'un effet exothermique qui provoque la prise rapide en gel du liant et fige ainsi la structure alvéolaire obtenue qui remplit

la cavité 4 et adhère sur la couche de contact revêtant le modèle 1. Un dosage précis des divers composants de la réaction permet de contrôler l'expansion de la mousse.

Au bout de 5 à 15 minutes, à l'étape suivant (d) du procédé, on démoule la carapace céramique crue et durcie qui va constituer le moule de coulée.

Les étapes suivantes (e) et (f) du procédé sont faites de manière classique et consistent en décirage et cuisson du moule conduisant à une consolidation par frittage. On notera cependant que ces opérations sont simplifiées car aucun emballage préalable n'est exigé.

Les moules de coulée obtenus ont donné entière satisfaction dans leurs applications en fonderie de précision. La structure alvéolaire remarquable et conforme à l'invention du moule de coulée permet notamment de contrôler la réfractarité de la carapace et ses échanges thermiques avec l'extérieur. Par ailleurs, dans les étapes de sa réalisation, le moule de coulée ne présente pas de fragilité et conserve des propriétés intéressantes de résistance et de stabilité.

EXEMPLE 2

Un autre exemple de réalisation peut être donné conservant les étapes du procédé de préparation d'un moule de coulée qui ont été décrites dans l'exemple 1. Les seules modifications sont apportées à l'étape (c) dudit procédé. On utilise ici deux produits à base de silicone dont le mélange forme une mousse cohérente par dégagement gazeux et réticulation des polymères siliconés.

La barbotine céramique est constituée dans ce cas à partir d'un mélange initial composé de :

- 20 à 30% d'un des produits à base de silicone ;
- 40 à 60% d'une charge céramique réfractaire de produits connus en soi tels que zircon, alumine, mullite ou leurs mélanges,
- 2 à 3% de produits adjuvants du type agents de cohésion, connus en soi.

On incorpore ensuite dans ce mélange le deuxième produit à base de silicone dans les mêmes proportions, de 20 à 30% que le premier. La barbotine obtenue est alors introduite, comme précédemment dans l'exemple 1, dans la cavité 4 ménagée entre le modèle revêtu 1 et le moule 2 de préparation, soit par injection, soit par remplissage en la versant. La mousse se forme au bout de quelques minutes ; elle s'expande autour du modèle 1 en adhérant sur la couche de contact. Au bout de 15 à 30 minutes, on démoule la carapace et on effectue le décirage et la cuisson du moule de coulée, à une température d'au moins 1000 °C. Comme précédemment, aucun emballage préalable de la carapace n'est nécessaire. Durant le

traitement thermique de cuisson du moule de coulée, les composés à base de silicone du moule se transforment en silice, matière céramique réfractaire tandis que la structure alvéolaire est conservée.

Ce choix alternatif des produits permettant d'obtenir un moule de coulée à base de mousse céramique à structure alvéolaire procure les mêmes avantages et la même qualité des résultats que dans l'exemple 1 :

- non fragilité du moule et facilités de manipulations à l'état cru,
- contrôle de la réfractarité et des échanges thermiques avec l'extérieur,
- stabilité du moule.

Revendications

1. Procédé de préparation d'un moule céramique destiné à la coulée de pièces, notamment en fonderie du type à modèle perdu comportant les étapes suivantes :

(a) - réalisation d'une couche de contact sur un modèle du type cire, selon une technique connue en soi ;

(b) - mise en place du modèle ainsi revêtu à l'étape (a) dans un moule de préparation reproduisant la forme extérieure du moule de coulée à obtenir ;

(c) - introduction dans la cavité ménagée entre le modèle revêtu et ledit moule d'une barbotine céramique dont la composition est telle qu'elle forme une mousse alvéolaire cohérente qui, après expansion, remplit la cavité et adhère à la surface du modèle revêtu ;

(d) - démoulage, après 5 à 30 minutes ;

(e) - décirage, éliminant le modèle ;

(f) - cuisson du moule de coulée conduisant à une consolidation par frittage.

2. Barbotine céramique utilisée à l'étape (c) du procédé de préparation d'un moule de coulée conforme à la revendication 1 caractérisée en ce qu'elle est constituée de :

- 30 à 40% d'un produit liant pris dans le groupe du silicate de soude et de l'acide phosphorique ;

- 40 à 50% d'une charge céramique réfractaire composée des produits suivants ou leur mélange : zircon, alumine ou mullite ;

- 5 à 10% d'un produit qui en présence d'un catalyseur (3 à 4%) réagit en provoquant un dégagement gazeux, ce produit étant choisi dans le groupe des perborates comprenant le perborate de sodium et des peroxydes comprenant l'eau oxygénée et le catalyseur étant du polyoxy-

méthylène

- 2 à 3% de produits adjuvants comprenant des agents de cohésion ou des défloculants connus en soi.

3. Barbotine céramique utilisée à l'étape (c) du procédé de préparation d'un moule de coulée conforme à la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle est constituée de :

- 40 à 60% d'une charge céramique réfractaire composée des produits suivants ou leur mélange ; zircon, alumine, mullite ;

- 2 à 3% d'agents de cohésion, connus en soi ;

- deux produits à base de silicone dans les proportions de 20 à 30% chacun dont le mélange forme une mousse cohérente par dégagement gazeux et réticulation des polymères silicones.

4. Procédé de préparation d'un moule céramique de coulée en fonderie à modèle perdu selon la revendication 1 dans lequel à l'étape (c) ladite barbotine céramique est introduite dans la cavité par injection.

5. Procédé de préparation d'un moule céramique de coulée en fonderie à modèle perdu selon la revendication 1 dans lequel à l'étape (c) ladite barbotine céramique est versée dans la cavité jusqu'à remplissage.

6. Moule céramique pour la coulée de pièces en fonderie à modèle perdu obtenu par le procédé conforme à la revendication 1 caractérisé en ce qu'il présente après cuisson, au stade prêt à l'emploi, une structure alvéolaire uniforme.

Claims

1. A process for the preparation of a ceramic casting mould, particularly by lost pattern type casting, comprising the following steps:

(a) provision of a contact layer on a wax pattern by a technique known *per se*;

(b) placing the pattern thus covered in step (a) in a preparation mould reproducing the outer shape of the casting mould to be obtained;

(c) introducing into the cavity between the covered pattern and the mould a ceramic slip whose composition is such that it forms a coherent alveolar foam which after expansion fills the cavity and sticks to the surface of the covered pattern;

- (d) release from the mould after 5 to 30 minutes;
- (e) dewaxing eliminating the pattern, and
- (f) firing the casting mould leading to consolidation by sintering. 5
2. A ceramic slip used in step (c) of the process according to claim 1, characterised in that it consists of:
- 30 to 40% of a bonding product from the group containing sodium silicate and phosphoric acid; 10
- 40 to 50% of a refractory ceramic charge consisting of the following products or a mixture thereof: zircon, alumina or mullite; 15
- 5 to 10% of a product which in the presence of a catalyst (3 to 4%) reacts by producing an evolution of gas, the product being chosen from the group of the perborates comprising sodium perborate and of the peroxides comprising hydrogen peroxide, the catalyst being polyoxymethylene and 20
- 2 to 3% of adjuvant products comprising cohering agents or deflocculants known per se, 25
3. A ceramic slip used in step (c) of the process according to claim 1, characterised in that it consists of:
- 40 to 60% of a refractory ceramic charge consisting of the following products or a mixture thereof: zircon, alumina, mullite; 30
- 2 to 3% of cohering agents known per se, and two silicone-based products each in a proportion of 20 to 30% whose mixture forms a coherent foam by the evolution of gas and cross-linking of the siliconized polymers. 35
4. A process for the preparation of a ceramic casting mould by lost pattern casting according to claim 1 wherein in step (c) the ceramic slip is introduced into the cavity by injection. 40
5. A process for the preparation of a ceramic casting mould by lost pattern casting according to claim 1 wherein in step (c) the ceramic slip is poured into the cavity until the same is filled. 45
6. A ceramic casting mould obtained by the process according to claim 1, characterised in that it has a uniform alveolar structure after firing and in the ready-to-use state.. 50

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer keramischen Form, die bestimmt ist für den Guß von Teilen, insbesondere für die Gießerei mit verlorenem

Modell, umfassend die folgenden Stufen:

- (a) Herstellung eines Kontaktüberzugs auf einem Modell aus Wachs nach einer an sich bekannten Technik,
- (b) Einbringung des gemäß Stufe (a) erhaltenen Modells in eine Form, die bei der Herstellung die äußere Gestalt der herzustellenden Gießform bildet,
- (c) Einführung eines keramischen Schlickers in den Hohlraum, der zwischen dem überzogenen Modell und der Form ausgespart ist, mit einer solchen Zusammensetzung, daß er einen kohärenten zelligen Schaum bildet, der nach der Expansion den Hohlraum ausfüllt und an der überzogenen Oberfläche des Modells haftet,
- (d) Ausformung nach 5 bis 30 Minuten,
- (e) Entwachsung zum Eliminieren des Modells,
- (f) Aushärtung der Gießform unter Verfestigung durch Sintern.
2. Keramischer Schlicker zur Verwendung in der Stufe (c) des Verfahrens zur Herstellung einer Gießform gemäß Patentanspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß er aus:
- 30 bis 40 % eines Bindemittels, das aus der Gruppe Natriumsilikat und Phosphorsäure stammt,
- 40 bis 50 % eines keramischen feuerfesten Materials, gebildet aus den folgenden Produkten oder deren Mischungen: Zirkonoxid, Aluminiumoxid oder Mullit,
- 5 bis 10 % eines Produkts, das in Gegenwart von einem Katalysator (3 bis 4 %) unter Bildung eines Gases reagiert und aus der Gruppe der Perborate mit Natriumperborat und der Peroxyde mit Wasserstoffperoxydlösungen sowie Polyoxymethylen als Katalysator ausgewählt ist,
- 2 bis 3 % an Zusatzstoffen aus der Gruppe der an sich bekannten Kohäsionsmittel oder Peptisationsmittel besteht.
3. Keramischer Schlicker zur Verwendung in der Stufe (c) des Verfahrens zur Herstellung einer Gießform gemäß Patentanspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß er aus:
- 40 bis 60 % eines feuerfesten keramischen Materials, gebildet aus den folgenden Produkten oder deren Mischungen: Zirkonoxid, Aluminiumoxid oder Mullit,
- 2 bis 3 % von an sich bekannten Kohäsionsmitteln, jeweils 20 bis 30 % von zwei Siliconprodukten, deren Mischung einen kohärenten Schaum durch Gasbildung und Vernet-

zung der polymeren Silicone bildet,
besteht.

4. Verfahren zur Herstellung einer keramischen Gießform für die Gießerei mit verlorenem Modell gemäß Patentanspruch 1, wobei der in der Stufe (c) verwendete keramische Schlicker in den Hohlraum durch Einspritzen eingeführt wird. 5
10
5. Verfahren zur Herstellung einer keramischen Gießform für die Gießerei mit verlorenem Modell gemäß Patentanspruch 1, wobei der in der Stufe (c) verwendete keramische Schlicker in den Hohlraum bis zur Ausfüllung eingegossen wird. 15
6. Keramische Form zum Guß von Teilen durch Gießerei mit verlorenem Modell entsprechend dem Patentanspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie nach der Aushärtung und zum Anwendungsstadium eine gleichförmige Schaumstruktur aufweist. 20
25

30

35

40

45

50

55

6

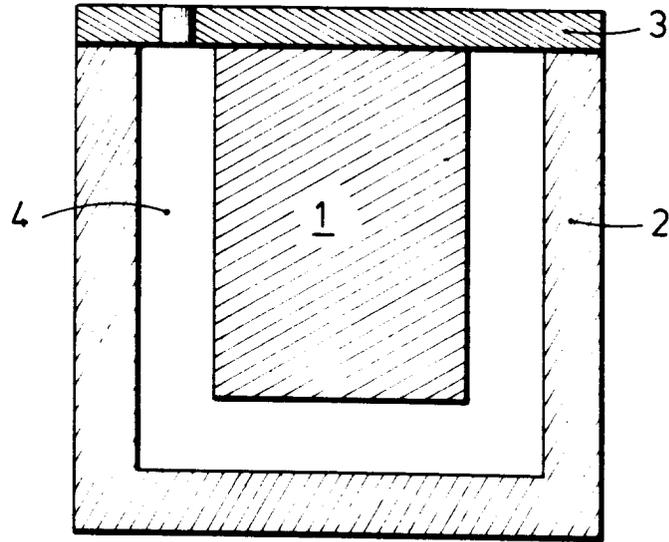


FIG: 1

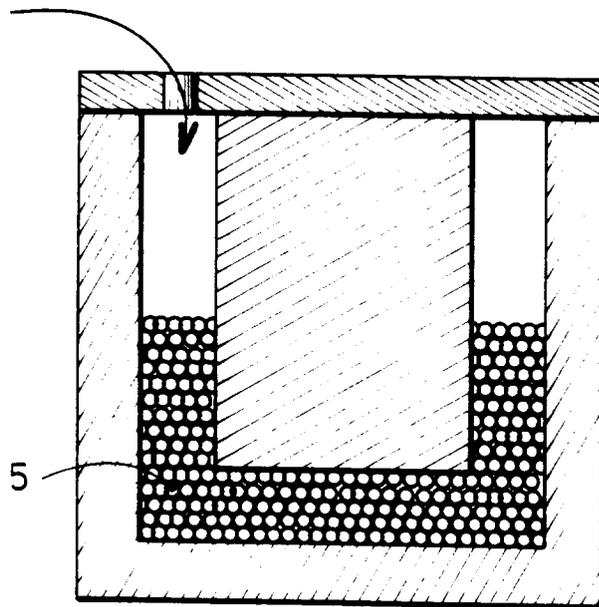


FIG: 2