

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 18.06.91.

⑫③ Priorité :

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 24.12.92 Bulletin 92/52.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *DEL RABAL Jean-Claude — FR et DEL RABAL Pascale.*

⑦② Inventeur(s) : *DEL RABAL Jean-Claude et DEL RABAL Pascale.*

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire : *Cabinet Claude Guieu Conseil en Propriété Industrielle.*

⑤④ Procédé de préparation du moulé de cuisson d'un objet de fonderie réalisé à partir d'un modèle en cire perdue ou analogue.

⑤⑦ La présente invention concerne un procédé de préparation du moule de cuisson d'un objet de fonderie en un matériau fusible donné, qui est réalisé, à partir d'un modèle (1) en cire ou matière de modelage analogue, par la technique de la fonte par cire perdue, caractérisé en ce qu'on réalise, au contact dudit modèle (1), une carapace stratifiée faisant office de moule (2) et constituant un agent démoulant réfractaire dont le coefficient de dilatation thermique est proche de celui du matériau fusible employé.

Ce procédé s'applique plus particulièrement à la réalisation d'objets en pâte de verre, en bronze, en métaux précieux, et en toute matière pouvant être employée dans la technique de la fonte par cire perdue.

FR 2 677 905 - A1



PROCEDE DE PREPARATION DU MOULE DE CUISSON D'UN OBJET DE
FONDERIE REALISE A PARTIR D'UN MODELE EN CIRE PERDUE OU
ANALOGUE

5 La présente invention concerne un procédé de
préparation du moule de cuisson d'un objet de fonderie
réalisé par la technique de la fonte par cire perdue. Ce
procédé s'applique plus particulièrement à la réalisation
d'objets en pâte de verre, en bronze, en métaux précieux,
10 et en toute matière pouvant être employée dans la
technique de la fonte par cire perdue.

On connaît la technique de fonte du bronze par
réalisation d'un stuc de contact autour de la cire du
modèle à reproduire ; dans cette technique, le modèle en
15 cire est ainsi carapaçonné avant d'être classiquement
placé dans du sable ou analogue. Le stuc employé doit bien
entendu avoir des capacités de démoulage importantes et
présenter une compatibilité avec le bronze pour ce qui
concerne son coefficient de dilatation thermique. A cet
20 égard, les compositions de stuc employées pour le bronze
ne sont pas transposables au domaine de la fonte des
verres ou des pâtes de verre, d'autant plus que dans ce
dernier cas, les problèmes d'adhérence du verre contre la
couche de contact du moule sont prépondérants ; on ne
25 connaît d'ailleurs pas à ce jour d'agent démoulant
réfractaire procurant des résultats satisfaisants, c'est-
à-dire une capacité à reproduire fidèlement tous les
détails du modèle originel en cire, un pouvoir réfractaire
élevé et un coefficient de dilatation thermique comparable
30 à celui du verre ou de la pâte de verre.

La présente invention vise à remédier à ces
inconvenients en proposant un procédé de préparation du
moule de cuisson d'un objet de fonderie en un matériau
fusible donné, qui est réalisé, à partir d'un modèle en
35 cire ou analogue, par la technique de la fonte par cire
perdue, caractérisé en ce qu'on réalise, au contact dudit
modèle, une carapace stratifiée faisant office de moule
et, constituant un agent démoulant réfractaire dont le

coefficient de dilatation thermique est proche de celui du matériau fusible employé.

Pour ce faire, l'invention propose, à titre de première variante, d'appliquer, au contact du modèle en
5 cire ou analogue, des morceaux de tissus de fibres céramiques, par exemple fabriqués à partir d'un mélange d'alumine et de silice, lesdits morceaux de tissus ayant été préalablement trempés dans un liant céramique tel que, préférentiellement, de la silice colloïdale ; en séchant,
10 la silice colloïdale apporte un durcissement du tissu de fibres céramiques qui forme ainsi la carapace souhaitée autour du modèle.

On pourrait également employer d'autres liants céramiques, et par exemple du silicate d'éthyle ou
15 analogue ; ce dernier liant est composé de silice en suspension dans de l'alcool, le durcissement se produisant soit après évaporation de l'alcool, soit en raison d'une réaction chimique d'inversion acido-basique initiée au contact de vapeurs d'ammoniaque.

20 Dans une seconde variante de l'invention, il est proposé de faire précéder la phase de préparation précédente d'une phase d'enduction du modèle en cire ou analogue au moyen d'un agent démoulant réfractaire du type d'une barbotine qu'on applique au pinceau ou par trempage.
25 Cette barbotine est constituée par un liant céramique dans lequel sont noyées, dans des proportions adéquates, des fibres de céramique finement broyées ou de la poudre de céramique.

Dans ce dernier cas, il est également possible, sur
30 cette première couche de contact légèrement durcie, de réaliser un stuc par poudrage de la poudre de céramique employée pour constituer la barbotine, les morceaux de tissus en fibres céramiques étant alors appliqués sur le modèle dans une troisième phase.

35 La carapace stratifiée ainsi agencée au contact de la cire ou analogue est très réfractaire et on s'est aperçu qu'elle pouvait être démoulée très facilement, par exemple en frottant manuellement la carapace qui se

décolle alors par plaques entières de la pièce réalisée. Dans le cas particulier du verre ou de la pâte de verre, on a pu remarquer que, du fait que la carapace n'adhère pas à la surface du verre, la fidélité de reproduction de
5 tous les détails du modèle s'avèrait particulièrement élevée ; à cet égard, on a mis en évidence qu'une empreinte digitale laissée sur le modèle était correctement reproduite dans le verre.

Mis à part le verre, les essais portant sur le
10 bronze ainsi que sur des matériaux précieux du type de certains métaux et alliages ont révéler les mêmes qualités de démoulage et de reproductibilité. Dans ce dernier cas, seul le coefficient de dilatation thermique de la carapace en fibres réfractaires a dû être corrigé, ce qui est
15 facile à obtenir puisqu'on dispose de tissus en fibres réfractaires à base d'alumine et de silice dont on peut faire varier à la fabrication les proportions respectives ; en outre, des composés tels que le zircone peuvent être ajoutés à la composition de ces fibres, ce
20 qui permet d'ajuster leurs propriétés chimiques et physiques, notamment leur coefficient de dilatation thermique et, par là-même, de rendre facile le décochage. Par tissus, on entendra non seulement les tissus fabriquées par tissage de fibres céramiques, mais
25 également les mats et les voiles de fibres pour lesquels ces dernières sont plus agglomérées que véritablement tissées. Dans la technique de fabrication de ces tissus, la silice et l'alumine sont fondus et passés dans des soufflantes parsemées de trous ; en refroidissant, la
30 silice et l'alumine forment des filaments qui s'enchevêtrent les uns les autres, puis le tissu obtenu est aiguilleté.

On notera également que, dans la seconde variante conforme à l'invention qui consiste à enduire le modèle en
35 cire d'une barbotine convenable, cette même barbotine peut convenir à tous les matériaux cités puisque, étant préparée en faible épaisseur, son coefficient de dilatation thermique joue peu.

L'invention n'est, pas ailleurs, pas limitée au moulage de matériaux fusibles classiques tels que le verre ou le bronze mais peut être appliquée à d'autres matériaux plus récents, tels certains composites réfractaires ; en effet, la carapace stratifiée, selon la nature des fibres réfractaires que l'on y met, peut supporter des températures élevées pouvant atteindre de 1600°C à 1800°C correspondant à celles nécessaires au travail de ces matériaux composites. Les applications à l'aéronautique, notamment, sont nombreuses.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront mieux de la description qui va suivre d'un mode d'exécution préféré du procédé conforme à l'invention donné à titre d'exemple non limitatif en référence au dessin annexé sur lequel la figure 1 représente schématiquement la constitution d'un four dans lequel on a placé un modèle à reproduire en pâte de verre à partir d'un moule formé par la carapace stratifiée conforme à l'invention.

On décrira maintenant ainsi plus en détail le procédé complet par lequel on peut réaliser une pièce d'art en pâte de verre par la technique de la fonte en "cire perdue". Ce procédé comporte un grand nombre d'étapes, quelques unes d'entre elles concernant plus spécifiquement le procédé de préparation du moule conforme à la présente invention.

Tout d'abord, dans une première étape, le créateur conçoit un modèle ou une sculpture, soit par modelage direct d'une cire préparée selon une recette connue, soit par modelage dans une autre matière et fabrication d'un moule en élastomère permettant le tirage d'une cire du même type que celle qu'on aurait employée par un modelage direct. Ce choix d'une matière modelable perdue n'est pas unique et, hormis les cires (animales, végétales ou minérales), on pourrait employer le polystyrène, certains métaux et leurs alliages, ou encore des mélanges de substances polymérisables dont la composition varie.

Après avoir effectué, le cas échéant, quelques retouches du modèle 1, on l'enduit, par exemple au pinceau ou par trempage, d'une première couche d'un agent démoulant réfractaire dont le coefficient de dilatation thermique est proche de celui de la pâte de verre. Cette première couche est une barbotine d'un liant céramique liquide mélangé avec de la poudre de céramique pouvant être extraite, par exemple, des résidus de fabrication d'un mat ou d'un tissu de fibres céramiques tissées, collées ou agglomérées. Il s'agit donc, dans tous les cas, de fibres céramiques très courtes. A titre d'exemple, la proportion en poids (liant céramique liquide)/(poudre céramique broyée) est de 0,89.

Avant séchage, on saupoudre la même poudre céramique sur le modèle (1) (opération connue sous le nom de stucage dans d'autres domaines) de manière à faire durcir la première couche.

On applique alors, sur le stuc ainsi réalisé, des morceaux d'un tissu de fibres céramiques relativement peu épais ; avant son application, le tissu est imprégné de silice colloïdale (liquide) ou analogue ayant pour rôle de ponter chimiquement les fibres céramiques du tissu pour les durcir. Cette couche permet d'améliorer la solidité du moule, notamment au moment de la fonte du verre ou de la pâte de verre après qu'on ait évaporé la cire. En outre, cette couche constitue également un excellent démoulant du verre et on notera, conformément à la première variante de l'invention, qu'elle pourrait tout à fait être employée comme une première couche ; dans ce dernier cas, la reproductibilité des détails du modèle est cependant moindre, et c'est pourquoi il peut s'avérer préférable d'employer une première couche de contact telle qu'on l'a décrite plus haut.

Après évacuation de la cire ou matière de modelage analogue par chauffage, la carapace réfractaire ainsi déposée sur le modèle 1 constituera un moule 2 vide permettant d'obtenir un objet en pâte de verre qui soit la réplique dudit modèle 1. En cela, l'invention est

parfaitement conforme à la technique de la fonte par "cire perdue".

L'enfournement du modèle 1 entouré de sa carapace stratifiée peut s'effectuer de manière classique dans un four. Cependant, il est préférable d'employer la technique proposée dans la demande de brevet en France déposée le même jour par le même déposant, et intitulée "Procédé d'enfournement du moule de cuisson d'un objet de fonderie". Dans cette dernière technique, on monte, autour du moule (2), une succession de parois réfractaires et isolantes séparées les unes des autres par des masses thermiques de plus en plus importantes, ce qui permet de former un calorimètre autour dudit moule (2). A l'intérieur du four, on place ainsi le modèle 1, revêtu de sa carapace stratifiée, dans une boîte 3 en silicate de calcium ou analogue, préalablement fabriquée à une dimension pouvant contenir ledit modèle 1. La boîte 3 est rempli d'une masse de sable 4, d'une granulométrie grossière, et pouvant être aggloméré ou non avec de la résine polyuréthane, et elle est placée, au milieu d'un rempart de briques 5 contre les parois intérieures duquel on a plaqué une nappe de fibres céramique d'environ 13 millimètres d'épaisseur, sur un lit 6 de chamotte (argile cuite) et/ou de sable. Puis, la boîte 3 est noyée dans un mélange 6a de chamotte et/ou de sable.

Deux thermocouples 7, 8 peuvent également être installés pour prélever les températures respectives du four et du moule 2, de sorte à réguler la courbe de cuisson de l'objet en pâte de verre qui va reproduire le modèle 1.

L'avant dernière opération de préparation du four consiste à disposer, sur un des barreaux horizontaux 9 très stables, une réserve annexe 10 destinée à contenir le verre coloré et non coloré nécessaire à la réalisation de l'objet en pâte de verre. Un orifice 11 est aménagé dans cette réserve 10, à l'aplomb du modèle 1, afin de guider le verre ou la pâte de verre vers un cône de coulée 12, fixé dans le prolongement dudit modèle 1, et qui est, à

l'origine, vide. De cette manière, il est aisé de monter la température du four jusqu'à atteindre la sublimation de la cire ou de la matière de modelage analogue qui, du fait que le cône de coulée 12 est vide, peut s'évaporer et brûler ; ceci constitue un avantage notable vis-à-vis de l'art antérieur pour lequel cette opération est une opération autonome nécessitant un chauffage séparé du modèle 1. Conformément à la présente invention, la température de sublimation de la cire est choisie nettement inférieure à celle à partir de laquelle le verre commence à couler (température couramment dénommée température de transformation de Tammann). Ainsi, dans le procédé conforme à l'invention, la cire est sublimée puis brûlée, et est donc quittée la carapace constituée autour d'elle, par l'application des couches de fibres céramique décrites précédemment, bien avant que le verre ne fonde, s'écoule dans le cône de coulée 12, puis du cône de coulée 12 à l'intérieur de ladite carapace où il vient prendre la place de la cire ou de la matière de modelage analogue.

Dans une dernière étape, et après avoir réservé un poids en pâte de verre égal environ à quatre fois le poids de la cire du modèle 1 considéré, on dispose du verre coloré ou non dans des réserves disposées juste au-dessus dudit cône de coulée 12.

Une fois cet enfournement terminé, il convient de refermer la cloche supérieure du four et de procéder à la fonte de l'objet à réaliser selon une courbe de montée en température et de refroidissement adéquate, par exemple contrôlée à l'aide des deux thermocouples 7, 8.

Après refroidissement du four et du moule 2 jusque vers 60 ° C environ, on ouvre le four, on retire, avec un aspirateur, le sable disposé autour de l'objet revêtu de sa carapace stratifiée faisant office de moule 2, qu'on peut ensuite extraire. La finition consiste à frotter les carapaces pour décoller la couche de contact stratifiée par plaques, puis à dégager le cône de coulée 12 à la scie diamantée et enfin à procéder au nettoyage et au polissage

de la pièce en pâte de verre découverte suite au décollement de ladite couche de contact stratifiée.

Selon une caractéristique particulière de l'invention, il est à noter que le cône de coulée 12 est percé à sa base d'un trou de largeur limitée ; ce trou constitue, en combinaison avec le cône de coulée, une "chicane" limitant la transition, vers la pièce en pâte de verre en train de refroidir, des contraintes produites, sans qu'on puisse rien y faire, à la surface libre du verre à la partie supérieure dudit cône de coulée 12. Ces tensions induites dans le verre lors du refroidissement doivent, en effet, rester confinées à l'intérieur du cône de coulée 12 et c'est pourquoi l'orifice prévu à la base dudit cône 12 doit avoir un diamètre limité. Cette disposition constitue une nouveauté eu égard à l'art antérieur connu.

La présente invention n'est pas limitée par la description qui vient d'en être donnée d'une forme d'exécution relative à la constitution de pièces d'art en pâte de verre, mais s'étend au contraire à tous procédés de fonderie utilisant des techniques analogues, à savoir, par exemple les procédés de fonderie du bronze ou de métalloïdes ainsi que d'aciers réfractaires, notamment au carbone.

REVENDICATIONS

1 - Procédé de préparation du moule de cuisson d'un objet de fonderie en un matériau fusible donné, qui est
5 réalisé, à partir d'un modèle (1) en cire ou matière de modelage analogue, par la technique de la fonte par cire perdue, caractérisé en ce qu'on réalise, au contact dudit modèle (1), une carapace stratifiée faisant office de moule (2) et constituant un agent démoulant réfractaire
10 dont le coefficient de dilatation thermique est proche de celui du matériau fusible employé.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la réalisation d'une carapace stratifiée au contact du modèle (1) comporte au moins une étape d'application,
15 sur ledit modèle (1), de morceaux de tissu de fibres céramiques, par exemple fabriqués à partir d'un mélange d'alumine et de silice, lesdits morceaux de tissu ayant été préalablement trempés dans un liant céramique du type de la silice colloïdale, du silicate d'éthyle ou analogue.

20 3 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la réalisation d'une carapace stratifiée au contact du modèle (1) comporte les étapes successives suivantes :

- enduction du modèle (1), au pinceau ou par trempage, au moyen d'un agent démoulant réfractaire, du
25 type d'une barbotine constituée par un liant céramique dans lequel sont noyées, dans des proportions adéquates, des fibres de céramique finement broyées ou de la poudre de céramique,

- sur cette première couche légèrement durcie,
30 réalisation d'un stuc par poudrage de la même poudre de céramique employée pour constituer la barbotine,

- application de morceaux de tissu de fibres céramiques, par exemple fabriqués à partir d'un mélange d'alumine et de silice, lesdits morceaux de tissu ayant
35 été préalablement trempés dans un liant céramique.

4 - Applications du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes aux techniques de la fonte du bronze, de la fonte des métaux, des métalloïdes et des aciers, notamment des aciers réfractaires au carbone, de

la fonte des matériaux composites à haute température, notamment pour l'aéronautique, ainsi que de la fonte des verres et des pâtes de verre.

5 - Procédé de fabrication d'un objet en verre ou en
5 pâte de verre par la technique de la fonte en cire perdue selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes successives suivantes :

- conception d'un modèle (1) dans une matière modelable "perdue", telle, par exemple, qu'une cire de
10 modelage,

- réalisation d'une carapace stratifiée au contact dudit modèle, ladite carapace faisant office de moule (2) et constituant un agent démoulant réfractaire dont le coefficient de dilatation thermique est proche de celui de
15 la pâte de verre,

- enfournement,

- installation d'un cône de coulée destiné à guider la pâte de verre, mise en place dans au moins une réserve annexe (10), vers un orifice (11) ménagé à cet effet à
20 l'aplomb dudit modèle (1),

- fermeture de la cloche supérieure dudit four,

- fonte de l'objet à réaliser selon une courbe de montée en température et de refroidissement contrôlée,

- démoulage et finition de l'objet, par exemple par
25 polissage.

6 - Procédé de fabrication d'un objet en verre ou en pâte de verre selon la revendication 5, caractérisé en ce que le cône de coulée (12) est percé à sa base d'un trou d'un diamètre limité, constituant une "chicane" limitant
30 la transition, vers la pièce en pâte de verre, des contraintes produites, lors de la phase de refroidissement, à la surface libre du verre à la partie supérieure dudit cône de coulée (12).

7 - Procédé de fabrication d'un objet en verre ou en
35 pâte de verre selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'enfournement consiste à disposer, autour du moule (2) destiné à contenir le matériau fusible, un calorimètre formé par une succession

de parois réfractaires et isolantes (3, 5), séparées les unes des autres par des masses thermiques (4, 6, 6a).

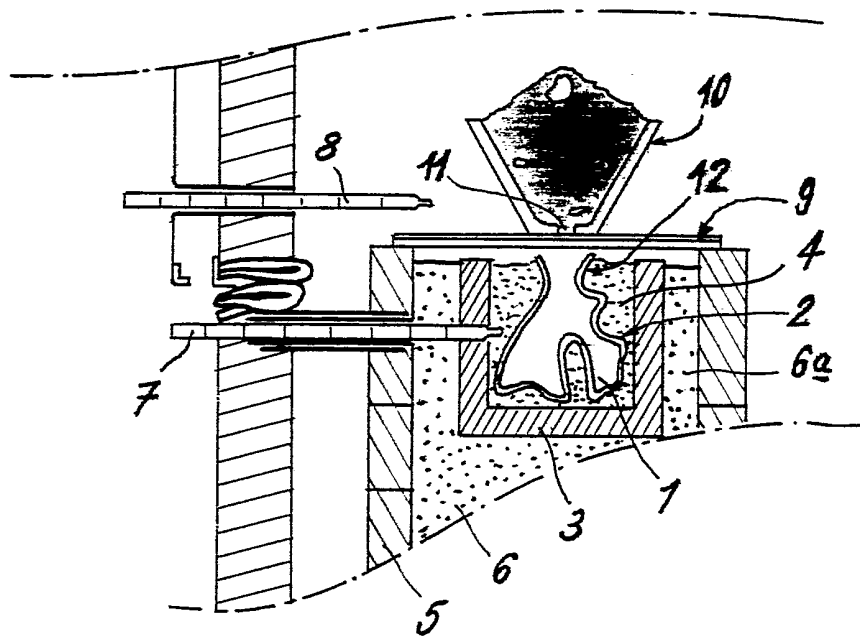
8 - Procédé de fabrication d'un objet en verre ou en pâte de verre selon la revendication 7, caractérisé en ce que la constitution d'un calorimètre autour du modèle (1) placé à l'intérieur du four comporte les étapes suivantes :

- on dispose, dans une boîte (3) en silicate de calcium ou analogue préalablement fabriquée à une dimension pouvant contenir ledit modèle (1), une masse de sable (4), d'une granulométrie grossière, pouvant être aggloméré ou non avec de la résine polyuréthane,

- on place cette boîte (3) en silicate de calcium sur un lit (6) de chamotte et/ou de sable préparé à l'intérieur d'un rempart de briques (5) contre les parois intérieures desquelles on a plaqué une nappe de fibres céramique,

- on comble l'espace réservé entre ladite boîte (3) et les parois intérieures du mur de briques (5) avec un volume (6a) de chamotte et/ou du sable.

1/1

Fig 1

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLERAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFR 9107419
FA 459309

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	GB-A-1 093 895 (BRISTOL SIDDELEY ENGINES) 6 Décembre 1967 * page 1, ligne 31 - ligne 70 * * page 2, ligne 100 - ligne 113 * * revendications 1,5,6 * ---	1-4
X	EP-A-0 378 951 (HOWMET CORPORATION) 25 Juillet 1990 * page 2, colonne 2, ligne 51 - page 4, ligne 8 * ---	1-4
A	EP-A-0 370 751 (ROLLS-ROYCE) 30 Mai 1990 * page 2, ligne 5 - ligne 8 * ---	1
A	FR-A-2 324 394 (ROLLS-ROYCE) 15 Avril 1977 * page 3, ligne 37 - page 4, ligne 8 * * revendications * ---	1-4
A	FR-A-2 332 240 (SAINT-GOBAIN INDUSTRIES) 17 Juin 1977 * exemples * ---	1-8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 47 (M-196)(1192) 24 Février 1983 & JP-A-57 195 574 (TOYOTA JIDOSHA KOGYO) 1 Décembre 1982 * abrégé * -----	1-8
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		B22C C03B F27D B22D
Date d'achèvement de la recherche 17 MARS 1992		Examineur RIBA VILANOVA M.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		