



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

 (51) Int. Cl.³: B 22 D
 B 22 D

 18/04
 47/02
Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

**(12) FASCICULE DU BREVET A5**

(11)

637 314

(21) Numéro de la demande: 3382/80

 (73) Titulaire(s):
 Pont-à-Mousson S.A., Nancy (FR)

(22) Date de dépôt: 01.05.1980

(30) Priorité(s): 02.05.1979 FR 79 11067

 (72) Inventeur(s):
 Jacques Oger, Pont-à-Mousson (FR)

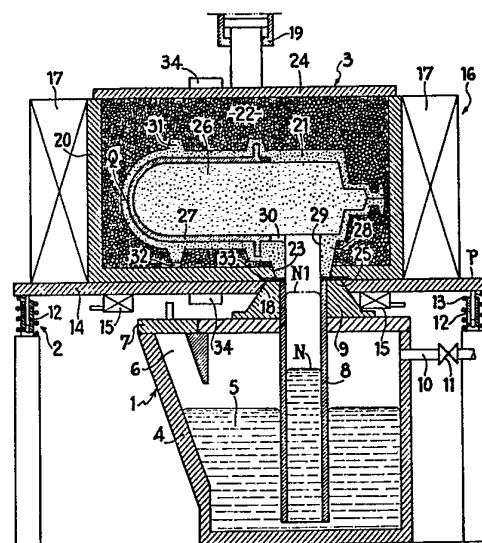
(24) Brevet délivré le: 29.07.1983

 (45) Fascicule du brevet
 publié le: 29.07.1983

 (74) Mandataire:
 Kirker & Cie SA, Genève

(54) Procédé et installation de moulage sous basse pression de pièces métalliques dans un moule comportant une carapace en sable à paroi mince.

(57) Ce procédé a pour but de fournir une solution plus économique tout en assurant un soutien efficace de la carapace. On cale la carapace (21) au sein d'une masse de particules magnétisables (22) dans un châssis (20) que l'on tasse et que l'on rigidifie avant la coulée au moyen d'un champ magnétique. Le tassement s'effectue par vibration du moule.



REVENDECATIONS

1. Procédé de moulage sous basse pression de pièces métalliques dans un moule comportant une carapace en sable à paroi mince, caractérisé en ce que l'on cale la carapace au sein d'une masse de particules magnétisables dans un châssis, que l'on tasse et que l'on rigidifie avant la coulée au moyen d'un champ magnétique.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise comme particules magnétisables de la grenaille de fer.

3. Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'on tasse la masse magnétisable en faisant vibrer le support du moule.

4. Installation de coulée sous basse pression pour la mise en œuvre d'un procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, comprenant un bâti qui entoure une poche de coulée reliée à une source de gaz comprimé et munie d'un tube d'amenée à peu près vertical sortant de cette poche, le bâti comportant des moyens pour supporter des moules successifs et en appliquer l'orifice de coulée contre l'extrémité supérieure du tube d'amenée, caractérisée en ce que chaque moule (3) comprend un châssis fermé (20) muni, à sa partie supérieure, d'une ouverture obturable de remplissage en particules magnétisables (22) et, dans son fond, d'un orifice de coulée (23), la carapace (21) présentant un orifice de coulée (29) et étant adaptée pour reposer sur le fond du châssis avec son orifice de coulée en communication avec celui de ce châssis, et en ce que l'installation comporte un électro-aimant (16) pouvant être disposé autour de chaque moule pendant la coulée.

5. Installation suivant la revendication 4, caractérisée en ce que l'orifice de coulée (29) de la carapace (21) est ménagé dans un appendice tubulaire (28) de celle-ci s'emboîtant dans l'orifice de coulée (23) du châssis (20).

6. Installation suivant la revendication 5, caractérisée en ce que la partie inférieure de la carapace (21) possède au moins une saillie de support (31) espacée dudit appendice tubulaire (28).

7. Installation suivant la revendication 4, caractérisée en ce que la carapace (21) est positionnée dans le châssis (20) et comporte des surfaces extérieures arrondies.

8. Installation suivant l'une des revendications 4 à 7, caractérisée en ce que l'électro-aimant (16) est porté par les moyens (14) de support des moules (3).

9. Installation suivant l'une des revendications 4 à 8, caractérisée en ce que les moyens (14) de support des moules (3) sont constitués par une table portée par des ressorts (13), et en ce qu'il est prévu un vérin (19) pour pousser vers le bas cette table portant un moule.

10. Installation suivant la revendication 9, caractérisée en ce que le vérin (19) agit sur le couvercle (24) de l'ouverture de remplissage du châssis (20) des moules (3).

11. Installation suivant l'une des revendications 9 ou 10, caractérisée en ce que la table (14) est munie de dispositifs vibreurs (15).

La présente invention est relative au moulage sous basse pression de pièces métalliques par exemple en fonte, dans un moule comportant une carapace en sable mince, notamment constituée d'un mélange durci de sable et de résine.

La coulée sous basse pression, dans laquelle on alimente par le bas les moules de fonderie sous une pression supérieure à la pression atmosphérique mais sensiblement inférieure à 2 bar, est connue. Elle a pour avantage de faciliter le remplissage des empreintes de forme compliquée qui seraient mal remplies par simple coulée par gravité et de bien se prêter à un automatisme dans la commande des coulées successives tout en supprimant les manutentions pénibles et dangereuses de poches de coulée basculantes ou à quenouille. En outre, en utilisant des moyens appropriés d'alimentation du moule et de commande de la pression (voir par exemple le brevet FR N° 74.42713 du titulaire publié sous le N° 2295808), la coulée sous basse pression a

pour avantage de supprimer les masselottes et certains appendices de coulée.

On sait que le moulage ou la coulée sous basse pression s'effectuent souvent dans des moules en sable, notamment pour obtenir certaines structures métalliques dans les pièces coulées. C'est par exemple le cas lorsque l'on veut réaliser des pièces en fonte à graphite sphéroïdal brutes de coulée qui soient exemptes de carbures à l'état brut de coulée, sans nécessiter de traitement thermique ultérieur.

Ce résultat est dû essentiellement au caractère réfractaire du sable formant un barrage thermique qui évite un phénomène de trempe du métal coulé.

De plus, on bénéficie ainsi de la perméabilité du sable aux gaz.

Ainsi, les moules à parois en sable évitent les défauts de fonderies et diminuent le rebut.

Cependant, l'utilisation dans ce procédé des moules en sable habituels, qui sont massifs, apporte des inconvénients: en raison du maintien prolongé d'une pression de remplissage, les moules doivent avoir une résistance mécanique relativement élevée. Il faut donc utiliser du sable comportant une plus forte proportion de liant et/ou des moules plus épais que dans le cas de la coulée par simple gravité. Mais cela augmente le prix de revient des pièces puisque, d'une part, les moules, qui sont perdus, sont plus coûteux à réaliser et que, d'autre part, le refroidissement des pièces devient trop lent, ce qui diminue considérablement la cadence de production, ne serait-ce qu'à cause du délai nécessaire à la solidification de l'attaque d'entrée du métal dans la cavité de moulage.

C'est pourquoi on a tenté de limiter la quantité de sable utilisée. Dans une solution connue (voir le brevet FR N° 77.08364 du titulaire publié sous le N° 2384568), la carapace est cuirassée par une coquille métallique. La coquille doit donc être changée pour chaque forme de pièce moulée. De plus, la coquille nécessite souvent un usinage, même grossier.

La présente invention a pour but de fournir pour le moulage de ce type une autre solution plus souple et plus économique assurant un soutien efficace de la carapace, lui permettant de résister à la poussée du métal sous pression.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de moulage sous basse pression de pièces métalliques, notamment en fonte, dans un moule comportant une carapace en sable à paroi mince, caractérisé en ce que l'on cale la carapace au sein d'une masse de particules magnétisables dans un châssis que l'on tasse et que l'on rigidifie avant la coulée au moyen d'un champ magnétique.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif et en regard du dessin annexé, sur lequel:

la fig. 1 est une vue schématique partielle en coupe verticale d'une installation suivant l'invention;

la fig. 2 est une vue partielle de dessus de cette installation.

L'installation de coulée sous basse pression représentée comprend une poche de coulée 1, un bâti 2 et un certain nombre de moules 3, tous identiques, dont un seul a été représenté. Les dimensions du moule 3 ont été exagérées par rapport à celles de la poche 1 pour la clarté de l'exposé.

La poche 1 comprend un récipient 4 de grandes dimensions contenant du métal liquide 5 et comportant une goulotte de remplissage oblique 6 fermée par un couvercle 7. Un tube d'amenée vertical 8 en matière réfractaire traverse la paroi supérieure de ce récipient; il plonge presque jusqu'au fond de celui-ci et fait saillie sur une courte longueur, entouré d'une buse de renforcement 9 de forme générale tronconique. L'extrémité supérieure du tube 8 est contenue dans le même plan horizontal P que la face supérieure, plane, de la buse 9.

Un conduit 10 en communication avec l'intérieur du récipient 4 peut être relié, sous la commande d'un robinet 11, soit à une source de gaz comprimé, par exemple d'air comprimé, soit à la décharge.

Le bâti 2 comprend quatre montants télescopiques 12 munis de ressorts hélicoïdaux 13. Les montants 12 portent une table horizontale 14 repoussée en permanence vers le haut par les ressorts 13.

Sous la table 14 sont fixés des dispositifs vibreurs 15, tandis qu'un électro-aimant 16 en U comprenant deux branches ou bras parallèles 17 reliés par une bobine 17^a est positionné sur cette table.

La table 14 présente un orifice tronconique 18 conjugué à la surface extérieure de la buse 9. En position basse de la table, l'orifice 18 s'applique sur cette surface et la face supérieure de la table est contenue dans le plan P défini plus haut.

Le bâti comporte encore un vérin vertical escamotable 19 situé à un niveau nettement supérieur, à l'aplomb de la poche 1.

Le moule 3 est constitué d'un châssis 20, d'une carapace ou masque de fonderie 21 et d'une masse de particules 22. Le châssis et la masse 22 sont communs à tous les moules, contrairement à la carapace 21.

Le châssis 20 est une boîte métallique parallélépipédique dont la longueur est légèrement plus petite que la distance séparant les deux branches 17 et l'électro-aimant 16. Le fond de cette boîte possède une ouverture 23 tronconique, convergente vers le bas, tandis que sa paroi supérieure constitue un couvercle ou plateau de charge amovible 24. L'ouverture 23 débouche vers l'extérieur dans une feuillure 25 de faible épaisseur.

La carapace 21 est une enveloppe mince en mélange durci de sable et de résine thermodurcissable telle que par exemple une résine isocyanate ou une résine phénol formaldéhyde. Cette carapace, divisée en deux moitiés suivant un plan de joint horizontal Q, définit avec un noyau intérieur 26 une cavité de moulage 27 ayant la forme d'une pièce à mouler, qui est par exemple un corps de robinet-vanne.

La demi-carapace inférieure présente une saillie ou appendice tubulaire 28 qui définit un conduit ou attaque principale 29 de même diamètre que le tube 8. Extérieurement, cette saillie est tronconique et conjuguée à l'ouverture 23 du châssis. Lorsqu'elle est emboîtée dans cette ouverture, sa tranche d'extrémité affleure le fond de la feuillure 25. Le conduit 29 ne communique avec la cavité de moulage que par un petit conduit horizontal ou attaque secondaire 30.

Extérieurement, la carapace 21 présente des saillies annulaires de raidissement ou de renforcement dont l'une, portant la référence 31, est espacée de l'appendice 28. Lorsque la carapace est disposée dans le châssis 20, ce qui laisse un jeu important de tous côtés, la saillie 31 s'appuie sur le fond de ce châssis, éventuellement par l'intermédiaire d'une cale 32, comme représenté. La carapace est ainsi parfaitement positionnée, de façon stable, sans que le sable ne subisse de contraintes excessives. L'espace restant libre dans le châssis 20 est rempli de la masse 22, constituée de grenaille de fer magnétisable tassée dont la granulométrie est par exemple 17/10 mm.

Le fonctionnement de cette installation est le suivant.

Au départ, la poche de coulée 1 contenant le métal liquide 5, par exemple de la fonte, est maintenue sous une pression d'air modérée, par exemple de l'ordre de 1 bar, par le conduit 10; sous l'effet de cette pression, la fonte se trouve dans le tube d'amenée 8 à un niveau N sensiblement inférieur à celui de l'ouverture de sortie de ce tube. La table 14 est en position haute sous l'action des ressorts 13, le vérin 19 étant escamoté ainsi que le couvercle 24. Ce dernier peut d'ailleurs être solidaire de la tige du piston du vérin 19.

Une rondelle d'étanchéité adhésive 33, par exemple du type décrit dans le brevet français précité N° 74.42713, est appliquée dans la feuillure 25 du châssis 20, qui est ensuite amené sur la table 14 entre les bras de l'électro-aimant 16 et positionné de façon que son orifice 23 soit centré sur l'orifice 18 de cette table. Un faible jeu, par exemple de 0,5 mm, non visible sur le dessin, subsiste alors entre chaque bras 17 et la face adjacente du châssis 20. Une carapace 21 contenant un noyau 26 est posée en position allongée sur le fond du châssis 7 de façon à être soutenue par sa saillie 31 et positionnée et soutenue par son appendice 28.

Malgré le poids du moule et de l'électro-aimant, les ressorts 13 ne sont pas complètement écrasés et soulèvent encore légèrement la table 14, de sorte que la rondelle 33 n'est pas encore écrasée.

De la grenaille de fer magnétisable est alors versée ou soufflée à l'intérieur du châssis 20 de manière à bien remplir sa partie inférieure,

entre la carapace 21 et le fond du châssis, ainsi que sa partie supérieure, jusqu'à recouvrir ainsi complètement la carapace. La forme extérieure de la carapace 21, constituée presque exclusivement d'arêtes arrondies, favorise l'introduction de grenaille sous la carapace.

Puis les vibreurs 15 sont actionnés, de manière à faire vibrer la table 14 sur ses ressorts 13 et à tasser convenablement la masse de grenaille 22.

Au cours de ce tassement, le niveau de grenaille baisse dans le châssis 20; on recharge donc ensuite ce dernier en grenaille, et l'on recommence le tassement et le rechargement jusqu'à ce que le niveau de la grenaille affleure la partie supérieure du châssis 20. Ainsi convenablement tassée, la masse de grenaille 22 présente le minimum d'interstices libres, notamment au voisinage de la carapace, et le maximum de densité.

Après vibration et tassement, on excite l'électro-aimant 16, qui soumet la masse de grenaille 22 à un champ magnétique puissant qui rigidifie cette masse 22, les vibrations étant arrêtées immédiatement après le remplissage en grenaille et avant l'excitation de l'électro-aimant.

La masse 22 ainsi tassée et durcie offre à la carapace 21 un excellent support rigide, l'ensemble étant pratiquement équivalent, du point de vue mécanique, à la coquille métallique revêtue intérieurement de sable décrite dans le brevet français précité N° 77.08364.

Le plateau de charge 24 est alors amené et abaissé par le vérin 19 pour appliquer avec force le moule 3 sur la table vibrante 14. Cela écrase les ressorts 13 et applique l'ouverture 18 de la table sur la buse 9, et la rondelle d'étanchéité 33 est écrasée entre cette dernière et le fond de son logement.

Pour des raisons de sécurité, au moins un serre-joint 34 peut être mis en place autour du moule 3 et de la table 14 pour parachever la solidarisation de ces deux parties de l'installation, qui est maintenant prête pour la coulée.

Pour effectuer celle-ci, le robinet 11 est ouvert et de l'air, par exemple sous une pression de l'ordre de 1,2 bar, est introduit dans le récipient 4 au-dessus de la fonte liquide 5. La fonte monte, par le tube 8, l'attaque principale 29 et l'attaque secondaire 30, dans l'empreinte de moulage 27, qu'elle emplit entièrement. La poussée que le métal introduit sous pression exerce sur les parois de la carapace 21 est équilibrée par la résistance offerte par la masse de grenaille 22 tassée et rigidifiée et par le plateau de charge 24, qui empêche le soulèvement du moule 3 au-dessus de la table 14.

Pendant la coulée, la masse magnétique 22 reste relativement froide, notamment au voisinage de la carapace 21, où sa température ne dépasse guère 200° C du fait du caractère réfractaire de la carapace qui ne transmet pas la chaleur de la fonte coulée. A la partie supérieure du moule, la masse de grenaille est franchement froide. Cette masse reste donc magnétique et rigide, puisqu'elle est loin du point de Curie de 750° C auquel se perdent les propriétés magnétiques du fer.

On constate que pendant la coulée aucun gaz ne se dégage à l'extérieur du moule 3 (ce qui est très favorable), bien que les gaz produits puissent sortir de l'empreinte de moulage 27 à travers la carapace poreuse 21 et la masse de grenaille 22 perméable. On pense que, puisque le moule 3 est complètement rempli de grenaille à sa partie supérieure et que la masse 22 reste froide, les gaz se répandent dans cette masse avec une tendance à la condensation qui les empêche de monter jusqu'à l'extrémité supérieure du moule.

Après remplissage de l'empreinte 27 de fonte liquide, et après un temps relativement court de maintien de la pression, correspondant à la solidification de l'attaque secondaire 30 après alimentation suffisante de l'empreinte, comme décrit dans le brevet français N° 74.42713 précité, la pression est relâchée dans la poche 1 en fournissant au conduit 10 une pression inférieure à la pression de coulée mais suffisante pour ne ramener la fonte qu'à un niveau N1 (représenté en trait interrompu), proche de la partie supérieure de la buse 9.

L'alimentation en courant électrique de l'électro-aimant 16 est ensuite coupée. Le plateau de charge 24 est levé et escamoté avec le

verin 19, et le moule 3, qui vient ainsi d'être rempli de fonte, est vidé (au moins en partie) de sa masse de grenaille 22. Cette opération s'effectue sous une hotte non représentée, car c'est à ce moment que se dégagent, probablement par évaporation, les gaz formés lors de la coulée et retenus jusqu'alors dans la partie supérieure de la masse de grenaille 22, à l'extérieur de la carapace 21. Lorsque cette carapace est suffisamment dégagée de la masse de grenaille, elle est évacuée avec la pièce moulée, dont le décochage est alors effectué.

Pour la coulée suivante, il suffit d'introduire dans la grenaille restante, dans le même châssis 20 disposé de nouveau sur la table 14, une nouvelle carapace 21 munie de son noyau 26, puis de compléter le remplissage en grenaille en utilisant la grenaille qui vient d'être retirée du précédent moule 3, et d'effectuer le tassement et les autres opérations successives qui viennent d'être décrites. En pratique, il n'est pas nécessaire, après chaque coulée, de retirer toute la grenaille, car celle-ci garde dans une certaine mesure sa configuration lorsqu'on en extrait la carapace 21.

A titre d'exemple numérique, pour couler un corps de vanne en fonte de 60 kg ayant un diamètre tubulaire de 200 mm, le châssis 20 mesurant 850 × 950 × 500 mm, on soumet la masse 22 à un champ magnétique de 4000 G, ce champ étant fonction de la section de grenaille à rigidifier et donc de la distance entre les bras 17 de l'électro-aimant. La granulométrie de la grenaille est choisie assez fine pour laisser le minimum d'interstices, car les interstices conduisent à une augmentation du champ magnétique nécessaire, sans toutefois alourdir le moule de façon excessive. La pièce moulée obtenue offre une peau, c'est-à-dire un état de surface extérieur, de très bel aspect et présente des dimensions très précises.

Comme on utilise un procédé de coulée sous basse pression, on introduit dans l'empreinte de moulage 27 du métal liquide toujours chaud, et ce métal liquide n'est jamais apparent extérieurement, ce qui garantit le confort et la sécurité du personnel qui peut se trouver

au voisinage de l'installation; en outre, la montée et la descente du métal liquide dans le tube 8 s'effectuent par simple manœuvre du robinet 11 et raccordement à une source de pression convenable ou à une décharge, ce qui se prête aisément à l'automatisation. Ainsi, l'alimentation du moule en métal liquide ne présente aucun caractère pénible ni dangereux. Grâce aux vibreurs 15, la densité de la masse 22 est suffisante pour garantir qu'il ne subsiste pas, au contact de la carapace, de vides locaux provoquant un soutien extérieur localement défectueux de celle-ci et, par suite, un risque de déformation et de rupture sous la poussée du métal liquide malgré la rigidification de la masse 22 par le champ magnétique.

La masse de grenaille 22 est interchangeable et réutilisable complètement, quelle que soit la forme de l'empreinte de moulage, et l'outillage complémentaire constitué par les vibreurs 15 et l'électro-aimant 16 ne comporte que des éléments aisément disponibles. Le procédé de l'invention est donc très économique.

Le procédé de moulage décrit se prête bien à l'obtention de pièces de formes compliquées. Les seules limitations en volume et en poids des pièces de fonderie susceptibles d'être ainsi coulées sont apportées par la puissance du champ magnétique réalisable au moyen de l'électro-aimant 16. C'est ainsi qu'avec un champ magnétique de 4000 G, on peut aller jusqu'à des pièces coulées pesant 500 kg.

En variante, le moule 3 pourrait être rempli de grenaille et vibré à l'écart du poste de coulée, sur une autre table vibrante. Dans ce cas, la table 14, servant seulement à recevoir le moule au poste de coulée et à porter l'électro-aimant 16, ne serait plus munie des vibreurs 15.

Dans tous les cas, on s'efforce de donner à la carapace des formes extérieures facilitant la bonne répartition de la grenaille, même si la cavité de moulage ne possède pas des formes correspondantes. Il peut s'agir d'arrondis, comme dans l'exemple représenté, ou de toute autre forme déflectrice appropriée en fonction de la technique de remplissage du châssis.

