

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 968 064 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

23.10.2002 Bulletin 2002/43

(21) Numéro de dépôt: **98964545.2**

(22) Date de dépôt: **29.12.1998**

(51) Int Cl.7: **B22D 18/04**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR98/02908

(87) Numéro de publication internationale:
WO 99/034945 (15.07.1999 Gazette 1999/28)

(54) **PROCEDE ET INSTALLATION DE COULEE SOUS BASSE PRESSION DANS UN MOULE A
COQUILLE CERAMIQUE**

VERFAHREN UND NIEDERDRUCKGIESSANLAGE MIT KERAMISCHER KOKILLE

METHOD AND INSTALLATION FOR LOW PRESSURE DIE CASTING IN A MOULD WITH CERAMIC
CASTING DIE

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FI FR GB IT SE

(30) Priorité: **07.01.1998 FR 9800091**

(43) Date de publication de la demande:
05.01.2000 Bulletin 2000/01

(73) Titulaire: **SAINT-GOBAIN SEVA**
71100 Chalon-sur-Saône (FR)

(72) Inventeurs:
• **COMARTEAU, Jean-Louis**
F-71880 Chatenoy le Royal (FR)
• **LIEBAUT, Christophe**
F-71640 Mercurey (FR)
• **REMY, Alain**
F-71100 Chalon sur Saône (FR)

• **THOMAS, Didier**
F-71640 Saint Denis de Vaux (FR)

(74) Mandataire: **Moncheny, Michel et al**
c/o Cabinet Lavoix
2 Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(56) Documents cités:
FR-A- 2 534 167 **FR-A- 2 556 996**
US-A- 4 445 670 **US-A- 5 069 271**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no.**
507 (M-1327), 20 octobre 1992 & JP 04 187359 A
(HITACHI LTD), 6 juillet 1992
• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no.**
208 (M-1117), 28 mai 1991 & JP 03 057549 A
(DAIDO STEEL CO LTD), 12 mars 1991

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).

EP 0 968 064 B1

Description

[0001] L'invention concerne un procédé et une installation de coulée sous basse pression d'une composition métallique à l'état liquide, dans un moule comprenant une coquille en céramique dont une face délimite un espace de coulée et une masse de sable sans liant en contact avec l'autre face de la coquille, le moule étant placé dans un caisson présentant à sa base un accès raccordé à l'espace de coulée et relié par une conduite d'amenée de métal liquide à une source de métal liquide en contrebas, par exemple un four de coulée.

[0002] On connaît déjà des procédés et des installations de coulée de ce type, dans lesquels la source de métal liquide telle qu'un four de coulée est mise en communication avec une source de gaz sous pression de telle manière que soit appliquée au métal liquide contenu dans la source de métal liquide, une première valeur de pression grâce à laquelle le métal liquide est amené et maintenu dans la région de l'accès du caisson pour ce métal liquide.

[0003] Lorsque l'on désire couler une pièce en introduisant du métal liquide dans le moule, le niveau du métal liquide est élevé au-dessus du seuil du moule où il se trouvait, en augmentant la pression jusqu'à une deuxième valeur légèrement supérieure à la valeur nécessaire pour amener le métal liquide à remplir l'espace de coulée, afin de posséder une marge de sécurité et d'être certain que toutes les anfractuosités du moule, même les plus hautes, sont remplies de métal liquide, et on maintient la pression à cette deuxième valeur pendant une durée suffisante pour laisser s'établir un régime de repos, et une pression métallo-statique faible sur les parois de la coquille en céramique. Puis on augmente encore la pression jusqu'à une troisième valeur afin de combler les cavités ou retassures éventuelles, et on maintient la pression à cette troisième valeur pendant une durée permettant d'obtenir la solidification désirée du métal contenu dans le moule, après quoi on diminue la pression de telle sorte que le niveau du métal liquide inutilisé descende approximativement au niveau initial, et on maintient cette pression pendant le temps nécessaire par exemple pour retirer le moule, démouler la pièce, et remettre un moule permettant la fabrication d'une autre pièce.

[0004] Cependant, les coquilles en céramique de ces moules présentent en général une épaisseur extrêmement faible et ainsi une certaine flexibilité qui leur confère, lorsqu'elles sont soumises à la pression du métal liquide, une tendance à subir des déformations qui nuisent à leur stabilité dimensionnelle.

[0005] Afin de remédier aux instabilités dimensionnelles qui surviennent dans le cas du procédé de coulée décrit ci-dessus, il a été proposé de maintenir en dépression la masse de sable en contact avec la coquille, afin d'assurer une stabilité dynamique aux grains de sable et ainsi la stabilité dimensionnelle de la coquille. A cette fin, le caisson est doté d'un deuxième accès rac-

cordé à l'espace où se trouve la masse de sable, relié par une conduite d'aspiration à un dispositif de mise en dépression.

[0006] Mais cette mise en dépression de la masse de sable a pour inconvénient de perturber la montée et la bonne répartition du métal liquide dans l'espace de coulée, par l'intermédiaire de la porosité de la céramique (remplissage « par le vide »), ce qui conduit à un remplissage trop rapide générant des défauts dans les pièces coulées.

[0007] L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et concerne à cet effet un procédé de coulée sous basse pression dans un moule comprenant une coquille céramique dont une face délimite un espace de coulée et un espace contenant une masse de sable sans liant en contact avec l'autre face de la coquille, le moule étant placé dans un caisson présentant à sa base un accès raccordé à l'espace de coulée et relié à une source de métal liquide en contrebas, procédé dans lequel on applique au métal liquide de la source une première valeur de pression adaptée pour amener du métal liquide dans la région dudit accès, on augmente la pression jusqu'à une deuxième valeur légèrement supérieure à une valeur nécessaire pour remplir l'espace de coulée et on maintient cette deuxième valeur pendant une première durée prédéterminée, puis on augmente la pression jusqu'à une troisième valeur et on maintient cette troisième valeur pendant une deuxième durée prédéterminée, puis on diminue la pression pour que le niveau du métal liquide descende approximativement dans la région dudit accès ou au-dessous, caractérisé en ce que, approximativement lorsque l'espace de coulée devient entièrement rempli de métal liquide, on diminue la pression dans l'espace de la masse de sable au-dessous de la pression atmosphérique jusqu'à une valeur de dépression prédéterminée, on maintient cette valeur de dépression au moins jusqu'à ce que soit obtenue contre la coquille une croûte solidifiée, et on remonte approximativement à la pression atmosphérique la pression dans l'espace de la masse de sable.

[0008] Le procédé selon l'invention peut de plus présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la durée de la phase au cours de laquelle on diminue la pression dans l'espace où se trouve la masse de sable, au-dessous de la pression atmosphérique, jusqu'à une valeur de dépression prédéterminée, est plus courte que la première durée prédéterminée ;
- la phase au cours de laquelle on augmente la pression dans l'espace où se trouve la masse de sable, approximativement jusqu'à la pression atmosphérique, est menée à son terme avant le terme de la phase au cours de laquelle on diminue la pression à laquelle est soumis le métal liquide contenu dans la source de métal liquide de telle sorte que le niveau du métal liquide descende approximativement dans la région dudit accès ou au-dessous ;

- la valeur de dépression prédéterminée correspond à une pression absolue dans la gamme approximativement de 0,5 à 0,9 bar ;
- la première valeur de pression est d'environ 1,15 bars absolus ;
- la deuxième valeur de pression est d'environ 1,4 bars absolus ;
- la troisième valeur de pression est d'environ 1,7 bars absolus.

[0009] Grâce au fait que c'est seulement lorsque l'espace de coulée est rempli de métal liquide que l'on diminue la pression dans l'espace de la masse de sable, le remplissage n'est pas perturbé par la dépression.

[0010] L'invention concerne également une installation pour la mise en oeuvre du procédé ci-dessus, comportant un moule comprenant une coquille céramique dont une face délimite un espace de coulée, et un espace contenant une masse de sable sans liant en contact avec l'autre face de la coquille, le moule étant placé dans un caisson présentant à sa base un accès raccordé à l'espace de coulée et relié à une source de métal liquide en contrebas, installation caractérisée en ce que le caisson comporte intérieurement une chambre à vide munie d'au moins une région de paroi perméable à l'air et présentant une ouverture d'accès munie d'une prise de vide pour être reliée à un dispositif d'aspiration par l'intermédiaire d'une électrovanne commandée par un automate programmable commandant également un dispositif de régulation de pression de la source de métal liquide.

[0011] L'installation selon l'invention peut de plus présenter pour caractéristique le fait que la chambre à vide s'étend annulairement dans le caisson contre une paroi de base et des parois latérales de celui-ci.

[0012] Grâce à cette installation, le procédé de moulage peut être mis en oeuvre très rapidement et être contrôlé avec précision avec un investissement en matériel restant malgré tout modéré.

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre d'un exemple de réalisation de l'invention illustré par les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma général d'une installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, et
- la figure 2 est un diagramme illustrant la succession des phases du procédé selon l'invention.

[0014] L'installation selon l'invention comporte un caisson 1 dans lequel est constitué un moule 2 comprenant une coquille 21 en céramique pouvant être du type « consommable » dont une face délimite un espace de coulée 22 dont la forme correspond à la forme extérieure de la pièce à couler, et une masse 23 de sable sans liant dans l'espace du caisson délimité entre les parois de celui-ci et l'autre face de la coquille et ainsi en contact

avec cette autre face.

[0015] Grâce à l'invention, l'épaisseur de la coquille 21 peut être faible, et par exemple une épaisseur de 2 mm peut être atteinte.

5 **[0016]** En général, l'épaisseur est dans la gamme de 2 à 4 mm, mais le procédé convient également pour des épaisseurs plus importantes.

[0017] Le caisson 1 comporte une paroi de base 11 et des parois latérales 12 présentant un bord commun avec la paroi de base et un bord supérieur coudé vers l'extérieur de manière à constituer une bride 13 s'étendant parallèlement à la paroi de base.

[0018] La paroi de base présente une ouverture d'accès 14 raccordée à l'espace de coulée 22 par un joint 15 tubulaire présentant une partie emmanchée dans l'ouverture de la paroi de base et une partie servant de portée à la face intérieure, de forme conjuguée, de l'embouchure (inférieure) de la coquille 21.

[0019] Le caisson 1 comporte une chambre à vide 3 annulaire s'étendant contre la région périphérique de sa paroi de base 11 et les régions des parois latérales 12 qui aboutissent à cette paroi de base. Cette chambre à vide a au moins une paroi 31 en contact avec la masse de sable 23 ; cette paroi 31 comporte au moins une région perméable à l'air mais étanche au sable. L'une des parois latérales du caisson 1 et de la chambre à vide 3 comporte une deuxième ouverture d'accès 16 débouchant dans la chambre à vide, munie d'une prise de vide 17.

20 **[0020]** La masse de sable 23 emplit l'espace du caisson 1 entre les parois de celui-ci et la coquille 21, à l'exception de la chambre à vide 3.

[0021] Le caisson est disposé sur un plateau support (non représenté) présentant une ouverture en face de l'ouverture d'accès de sa paroi de base.

25 **[0022]** En vue du remplissage en sable du caisson au moyen par exemple d'une trémie dont l'orifice de base débouche dans le caisson, le plateau support est tout d'abord disposé sur un dispositif de vibration (également non représenté) comportant par exemple des rouleaux excentriques.

[0023] Ainsi, lorsque la coquille 21 est positionnée sur le joint 15, le caisson 1 peut être rempli de sable flou, c'est-à-dire sans liant, tout en étant vibré pour obtenir une densification maximale. Le niveau de sable est ensuite égalisé à la règle pour obtenir un niveau régulier à la surface supérieure du caisson.

[0024] Le caisson 1 rempli de sable est alors prêt à être transporté à proximité d'un four de coulée 4, disposé en contrebas du caisson. Le caisson est positionné de telle sorte que l'ouverture d'accès 14 de sa paroi de base garnie du joint 15 soit en vis-à-vis d'un col de sortie 41 d'une conduite 42 d'amenée de métal liquide du four, afin que le col puisse être solidarisé au caisson et que la conduite d'amenée relie ainsi l'espace de coulée du moule à l'espace intérieur du four.

50 **[0025]** Egalement, un plateau mobile 5 sous lequel est fixé un joint d'étanchéité 51 est attaché sur le cais-

son par exemple par bridage pour constituer le couvercle de celui-ci, le joint 51 étant alors interposé entre le plateau et la bride 13 formée sur les parois latérales du caisson. Le joint, écrasé entre le plateau et la bride, épousant la forme de ceux-ci, permet donc de faire le vide à l'intérieur du caisson.

[0026] Approximativement simultanément à l'application du plateau mobile 5 sur le caisson, la prise de vide 17 est raccordée de manière étanche à une conduite d'aspiration 61 reliant cette prise à un dispositif d'aspiration 6 comprenant une nourrice de vide 62 mise en dépression par une pompe 63 telle qu'une pompe à palettes.

[0027] Une électrovanne 64 commandée par un automate programmable 7 est insérée entre la nourrice de vide 62 et la prise de vide 17 du caisson ; un manomètre 65 mesure la pression à l'entrée du caisson.

[0028] Le four de coulée 4 comporte, au-dessus de la masse 43 de métal liquide, une voûte 44 reliée par une conduite 45 de mise en pression à un dispositif de régulation de pression 8 également commandé par l'automate programmable 7.

[0029] Grâce à cette installation, et sous la commande de l'automate programmable 7, on peut mettre en oeuvre le procédé selon l'invention qui va être décrit ci-après et qui est illustré par la figure 2.

[0030] On applique au métal liquide du four de coulée 4, au moyen de la conduite de mise en pression 45, une pression de valeur P1 par exemple de l'ordre de 1,15 bars absolus, qui amène le métal liquide par un mouvement ascendant dans la région de l'ouverture d'accès 14 de la base du caisson 1, au seuil de l'embouchure du moule 2.

[0031] Puis, on augmente la pression (phase AB), jusqu'à une valeur P2 par exemple d'environ 1,4 bars absolus, et plus généralement une valeur légèrement supérieure à celle nécessaire pour emplir entièrement de manière ascendante l'espace de coulée avec une marge de sécurité Δh suffisante, et on maintient cette valeur pour laisser s'établir un régime de repos (phase BC).

[0032] De plus, lorsque la pression a atteint approximativement sa valeur permettant le remplissage du moule, et de préférence sa valeur P2 avec la marge de sécurité, (point B), on diminue rapidement, par l'intermédiaire de la conduite d'aspiration, et par suite de l'ouverture de l'électrovanne 64 commandée par l'automate programmable 7, la pression dans la masse de sable ; la diminution est poursuivie jusqu'à ce que l'on atteigne une valeur de dépression par rapport à la pression atmosphérique, correspondant à une pression absolue prédéterminée de préférence dans la gamme approximativement de 0,5 à 0,9 bar, et on maintient cette valeur de dépression pendant une certaine durée comme on le verra dans la suite.

[0033] De préférence, on effectue la diminution de la pression dans l'espace de la masse de sable rapidement, car la durée de cette phase de diminution au-dessous de la pression atmosphérique jusqu'à la valeur de

dépression choisie doit être plus courte que celle de la phase BC où la masse de métal liquide est soumise à la pression de valeur P2. Selon l'invention, on maintient donc la pression du métal liquide à la valeur P2 ici de 1,4 bars, non seulement tant que la cavité 22 n'est pas emplie, mais également tant que la dépression dans la masse de sable n'a pas atteint le niveau choisi.

[0034] Après quoi, la coquille 21 étant rigidifiée par le compactage de la masse de sable dû à la dépression, on augmente encore la pression appliquée au métal liquide (phase CD) jusqu'à une valeur P3 par exemple de l'ordre de 1,7 bars afin de combler les cavités ou retassures éventuelles, et on maintient cette valeur P3 de surpression pendant une durée permettant d'obtenir tout d'abord une croûte solidifiée contre la coquille, puis la solidification du métal contenu dans le moule (phase DE).

[0035] La dépression dans la masse de sable est maintenue à une valeur correspondant à la pression absolue de 0,5 à 0,9 bar ici approximativement jusqu'au point E, et en tout cas le « vide » ne doit pas être « cassé » avant la formation de la croûte de métal contre la coquille 21.

[0036] Lorsque la solidification désirée du métal de l'espace de coulée 22 est obtenue, on diminue la pression sur le métal liquide (phase EF) de telle sorte que le niveau de celui-ci descende approximativement au niveau initial (valeur de pression P1 égale ici à 1,15 bars environ), et on maintient cette pression pendant le temps nécessaire par exemple pour retirer le moule et en remettre un autre en vue de la fabrication d'une autre pièce. Comme on l'a vu, on peut casser le « vide » (augmenter la pression) dans la masse de sable à partir du moment où la croûte solide est formée, mais généralement on n'effectue cette opération qu'immédiatement avant le relâchement de la pression appliquée au métal liquide ou au moment de ce relâchement ; cependant, cette phase d'augmentation de la pression dans l'espace où se trouve la masse de sable approximativement jusqu'à la pression atmosphérique est effectuée suffisamment tôt et/ou rapidement pour qu'elle soit menée à son terme avant le terme F de la phase EF au cours de laquelle on diminue la pression sur le métal liquide pour assurer son retour à la pression P1 ou même au-dessous. La masse de sable n'étant plus en dépression, le métal liquide peut redescendre librement dans la conduite d'amenée 42, son niveau revenant alors approximativement dans la région de l'accès 14 ou au-dessous, et on peut retirer aisément le caisson sans craindre des retours de métal liquide.

[0037] Ainsi, grâce à l'invention, la dépression étant appliquée à la masse de sable à l'issue du remplissage de la coquille, elle n'intervient pas sur l'écoulement du métal dans cette dernière, et cet écoulement reste piloté par la pression, tandis que la dépression dans la masse de sable assure la rigidification de la coquille dans la phase de surpression à la pression P3, qui est la plus critique, au moins tant que la coquille n'est pas rigidifiée

par une croûte de métal.

Revendications

1. Procédé de coulée sous basse pression dans un moule (2) comprenant une coquille céramique (21) dont une face délimite un espace de coulée (22), et un espace contenant une masse de sable (23) sans liant en contact avec l'autre face de la coquille, le moule étant placé dans un caisson (1) présentant à sa base un accès (14) raccordé à l'espace de coulée et relié à une source (4) de métal liquide en contrebas, procédé dans lequel on applique au métal liquide de la source une première valeur de pression (P1) adaptée pour amener du métal liquide dans la région dudit accès, on augmente la pression jusqu'à une deuxième valeur (P2) légèrement supérieure à une valeur nécessaire pour remplir l'espace de coulée et on maintient cette deuxième valeur pendant une première durée (BC) prédéterminée, puis on augmente la pression jusqu'à une troisième valeur (P3) et on maintient cette troisième valeur pendant une deuxième durée (DE) prédéterminée, puis on diminue la pression pour que le niveau du métal liquide descende approximativement dans la région dudit accès (14) ou au-dessous, **caractérisé en ce que**, approximativement lorsque l'espace de coulée devient entièrement rempli de métal liquide, on diminue la pression dans l'espace de la masse de sable (23) au-dessous de la pression atmosphérique jusqu'à une valeur de dépression prédéterminée, on maintient cette valeur de dépression au moins jusqu'à ce que soit obtenue contre la coquille (21) une croûte solidifiée, et on remonte approximativement à la pression atmosphérique la pression dans l'espace de la masse de sable.
2. Procédé de coulée selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la durée de la phase au cours de laquelle on diminue la pression dans l'espace où se trouve la masse de sable (23), au-dessous de la pression atmosphérique, jusqu'à une valeur de dépression prédéterminée, est plus courte que la première durée (BC) prédéterminée.
3. Procédé de coulée selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la phase au cours de laquelle on augmente la pression dans l'espace où se trouve la masse de sable (23), approximativement jusqu'à la pression atmosphérique, est menée à son terme avant le terme (F) de la phase (EF) au cours de laquelle on diminue la pression à laquelle est soumis le métal liquide contenu dans la source (4) de métal liquide de telle sorte que le niveau du métal liquide descende approximativement dans la région dudit accès (14) ou au-dessous.

4. Procédé de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la valeur de dépression prédéterminée correspond à une pression absolue dans la gamme approximativement de 0,5 à 0,9 bar.
5. Procédé de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la première valeur (P1) de pression est d'environ 1,15 bars absolus.
6. Procédé de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la deuxième valeur (P2) de pression est d'environ 1,4 bars absolus.
7. Procédé de coulée selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la troisième valeur (P3) de pression est d'environ 1,7 bars absolus.
8. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comportant un moule (2) comprenant une coquille céramique (21) dont une face délimite un espace de coulée (22), et un espace contenant une masse (23) de sable sans liant en contact avec l'autre face de la coquille, le moule étant placé dans un caisson (1) présentant à sa base un accès (14) raccordé à l'espace de coulée et relié à une source (4) de métal liquide en contrebas, et comportant intérieurement une chambre à vide (3) munie d'au moins une région de paroi (31) perméable à l'air et présentant une ouverture d'accès (16) munie d'une prise de vide (17) pour être reliée à un dispositif d'aspiration (6) l'installation étant **caractérisée par le fait que** la prise de vide (17) est reliée au dispositif d'aspiration (6) par l'intermédiaire d'une électrovanne (64) commandée par un automate programmable (7) commandant également un dispositif de régulation de pression (8) de la source (4) de métal liquide.
9. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la chambre à vide (3) s'étend annulairement dans le caisson contre une paroi de base (11) et des parois latérales (12) de celui-ci.

Patentansprüche

1. Gießverfahren, das unter Unterdruck in einer Form (2) durchgeführt wird, die eine Keramikkokille (21), wovon eine Seite einen Gießraum (22) begrenzt, und einen Raum (23), der eine bindemittelfreie Sandmasse enthält, die sich mit der anderen Seite der Kokille in Berührung befindet, umfasst, wobei die Form in einem Kasten (1) angeordnet ist, der im Boden einen Einlaß (14) aufweist, der in den

Gießraum führt und an eine weiter unten liegende Quelle (4) für eine Metallschmelze angeschlossen ist, und in welchem auf die Metallschmelze in der Quelle ein erster Druck mit dem Wert (P1) ausgeübt, der geeignet ist, sie in den Bereich des Einlasses zu bringen, der Druck auf einen zweiten Wert (P2) erhöht, der etwas höher als der zum Füllen des Gießraums erforderliche Wert ist, der zweite Wert einen festgelegten ersten Zeitraum (BC) lang aufrechterhalten, anschließend der Druck auf einen dritten Wert (P3) erhöht, der einen zweiten festgelegten Zeitraum (DE) lang aufrechterhalten wird, und danach der Druck vermindert wird, damit der Spiegel der Metallschmelze bis etwa in den Bereich des Einlasses (14) oder darunter sinkt, **dadurch gekennzeichnet, dass** ungefähr, wenn der Gießraum vollständig mit Metallschmelze gefüllt ist, der Druck in dem mit Sandmasse gefüllten Raum (23) auf einen festgelegten Unterdruckwert unterhalb des Luftdrucks gesenkt, dieser Unterdruckwert wenigstens so lange aufrechterhalten, bis an der Kokille (21) eine erstarrte Schicht erhalten wird, und der Druck in dem mit Sandmasse gefüllten Raum wieder bis auf etwa den Luftdruck steigen gelassen wird.

2. Gießverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer der Phase, in welcher der Druck in dem mit Sandmasse gefüllten Raum (23) auf einen festgelegten Unterdruckwert unterhalb des Luftdrucks gesenkt wird, kürzer als der festgelegte erste Zeitraum (BC) ist.

3. Gießverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Phase, in welcher der Druck in dem mit Sandmasse gefüllten Raum (23) auf etwa den Luftdruck erhöht wird, vor dem Ende (F) der Phase (EF) beendet wird, in welcher der Druck, unter welchem die in der Quelle (4) enthaltene Metallschmelze gehalten wird, derart vermindert wird, dass der Spiegel der Metallschmelze etwa in den Bereich des Einlasses (14) oder darunter sinkt.

4. Gießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der festgelegte Unterdruckwert einem Druck von etwa 0,5 bis 0,9 bar absolut entspricht.

5. Gießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Druckwert (P1) etwa 1,15 bar absolut beträgt.

6. Gießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Druckwert (P2) etwa 1,4 bar absolut beträgt.

7. Gießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Druck-

wert (P3) etwa 1,7 bar absolut beträgt.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, welche eine Form (2), die eine Keramikkokille (21), wovon eine Seite einen Gießraum (22) begrenzt, und einen Raum, der eine bindemittelfreie Sandmasse (23) enthält, die sich mit der anderen Seite der Kokille in Berührung befindet, umfasst, wobei die Form in einem Kasten (1) angeordnet ist, der im Boden einen Einlaß (14) aufweist, der in den Gießraum führt und an eine weiter unten liegende Quelle (4) für eine Metallschmelze angeschlossen ist, und innen eine Vakuumkammer (3) enthält, die mit mindestens einem luftdurchlässigen Wandbereich (31) versehen ist und eine mit einem Vakuumanschluß (17) versehene Zugangsöffnung (16) aufweist, um an eine Absaugeinrichtung (6) angeschlossen zu werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vakuumanschluß (17) über ein Elektroventil (64), das von einem programmierbaren Automaten (7) geregelt wird, der auch eine Einrichtung (8) zur Regelung des Drucks der Quelle (4) für die Metallschmelze steuert, an die Absaugeinrichtung (6) angeschlossen ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vakuumkammer (3) ringförmig im Kasten an dem Boden (11) und den Seitenwänden (12) verläuft.

Claims

1. Process for low pressure die casting in a mould (2) comprising a ceramic casting die (21) one side of which delimits a casting space (22), and a space containing a mass of sand (23) without any binder, in contact with the other side of the casting die, the mould being placed in a box (1) having in its base an access point (14) communicating with the casting space and connected to a source (4) of liquid metal below, in which process a first pressure value (P1) is applied to the liquid metal of the source, adapted to bring the liquid metal into the region of said access point, the pressure is increased to a second value (P2) slightly higher than a value needed to fill the casting space and this second value is maintained for a first predetermined length of time (BC), then the pressure is increased to a third value (P3) and this third value is maintained for a second predetermined length of time (DE), then the pressure is reduced so that the level of liquid metal falls to approximately the region of said access point (14) or below it, **characterised in that**, approximately when the casting space becomes totally filled with liquid metal, the pressure in the space for the mass of sand (23) is reduced below atmospheric

ic pressure to a predetermined underpressure value, this underpressure value is maintained at least until a solidified crust is obtained against the casting die (21), and the pressure in the space for the mass of sand is raised to approximately atmospheric pressure. 5

2. Die casting process according to claim 1, **characterised in that** the duration of the phase during which the pressure in the space where the mass of sand (23) is located is reduced below atmospheric pressure to a predetermined underpressure value, is shorter than the first predetermined length of time (BC). 10

3. Die casting process according to claim 1, **characterised in that** the phase during which the pressure in the space where the mass of sand (23) is located is raised approximately to atmospheric pressure is brought to an end before the end (F) of the phase (EF) during which the pressure to which the liquid metal contained in the source (4) of liquid metal is reduced so that the level of the liquid metal falls to approximately the region of said access point (14) or below. 15 20 25

4. Die casting process according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the predetermined underpressure value corresponds to an absolute pressure approximately in the range from 0.5 to 0.9 bar. 30

5. Die casting process according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the first pressure value (P1) is about 1.15 bars of absolute pressure. 35

6. Die casting process according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the second pressure value (P2) is about 1.4 bars of absolute pressure.

7. Die casting process according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the third pressure value (P3) is about 1.7 bars of absolute pressure. 40

8. Apparatus for carrying out the process according to any one of claims 1 to 7, comprising a mould (2) having a ceramic casting die (21) one side of which delimits a casting space (22), and a space containing a mass of sand (23) without any binder, in contact with the other side of the casting die, the mould being placed in a box (1) having at its base an access point (14) communicating with the casting space and connected to a source (4) of liquid metal below, and comprising on the inside a vacuum chamber (3) provided with at least one wall portion (31) which is air-permeable and having an access opening (16) provided with a vacuum connector (17) for connecting to a suction device (6), the apparatus being **characterised in that** the vacuum 45 50 55

connector (17) is connected to the suction device (6) via an electromagnetic valve (64) controlled by a process controller (7) which also controls a device for regulating the pressure (8) of the source (4) of liquid metal.

9. Apparatus according to claim 8, **characterised in that** the vacuum chamber (3) extends annularly in the box against a base wall (11) and side walls (12) thereof.

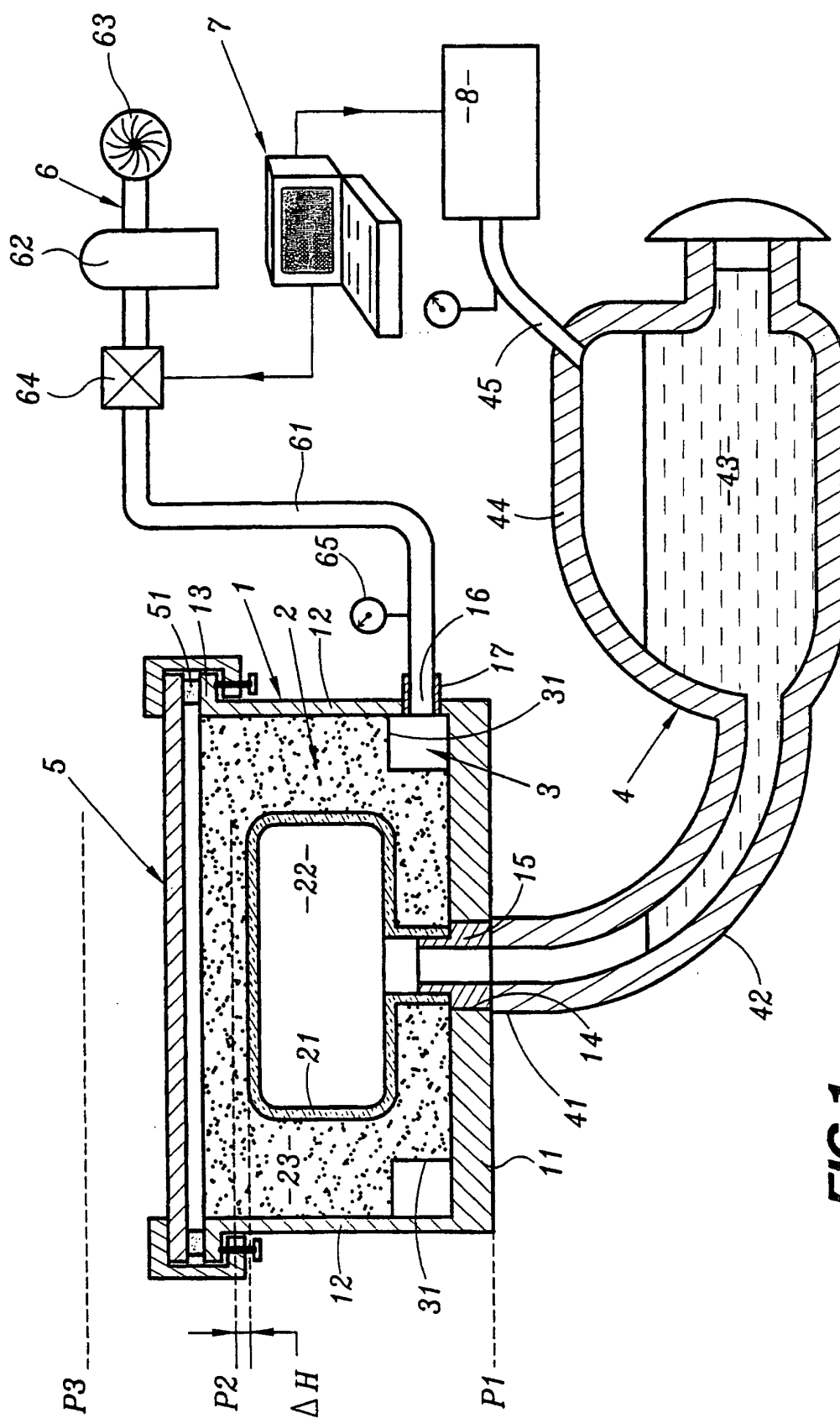
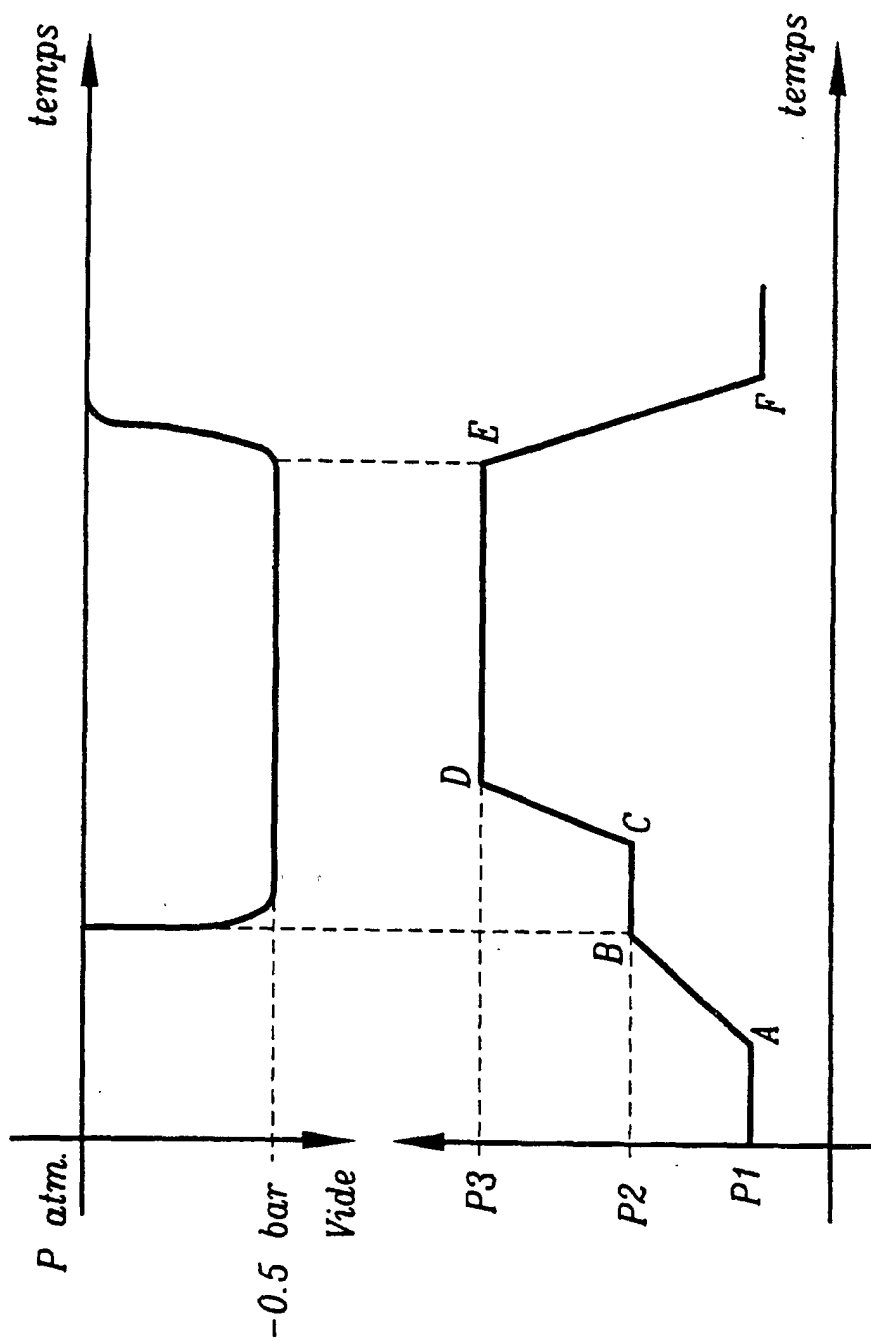


FIG. 1

**FIG. 2**