



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

 (51) Int. Cl.³: B 22 C
 B 22 C

 9/00
 21/08
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**634 493**

(21) Numéro de la demande: 238/79

(22) Date de dépôt: 11.01.1979

(30) Priorité(s): 13.01.1978 US 869219

(24) Brevet délivré le: 15.02.1983

 (45) Fascicule du brevet
 publié le: 15.02.1983

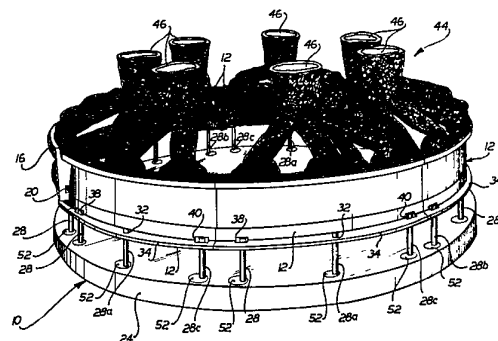
 (73) Titulaire(s):
 TRW Inc., Redondo Beach/CA (US)

 (72) Inventeur(s):
 William Stephen Blazek, Valley City/OH (US)

 (74) Mandataire:
 Pierre Ardin & Cie, Genève
(54) Procédé de fabrication d'articles moulés.

(57) Un premier article est moulé dans un moule formé dans un socle de moules réglables (10). Compte-tenu des imprécisions dimensionnelles de ce premier article, on ajuste les parois des moules (12) et leur socle.

Le procédé est particulièrement avantageux lors du moulage d'éléments de turbines.



REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication d'articles moulés par coulage, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à former un socle de moule réglable,
- à former des parties de paroi de moule,
- à placer un premier ensemble de parties de paroi de moule dans le socle de moule de manière à définir des positions relatives des parties de ce premier ensemble,
- à raccorder entre elles les parties du premier ensemble alors qu'elles se trouvent dans le socle de moule pour former, au moins partiellement, un premier moule,
- à ôter ce premier moule du socle de moule,
- à mouler un premier article en utilisant le premier moule,
- à mesurer ce premier article pour déterminer dans quelle mesure ses dimensions diffèrent de dimensions prédéterminées,
- à placer un second ensemble de parties de paroi de moule dans le socle de moule pour définir les positions relatives de ces parties de paroi,
- à régler le socle de moule pour compenser les différences en dimensions entre le premier article moulé et les dimensions prédéterminées,
- à raccorder entre elles les parties du second ensemble alors qu'elles se trouvent dans le socle de moule pour former, au moins partiellement, un second moule,
- à ôter ce second moule du socle de moule, et
- à mouler en utilisant le second moule, un second article dont les dimensions sont différentes de celles du premier article.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on règle le socle de moule avant de placer les parties de paroi du second ensemble dans ce socle de moule.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à placer les parties de paroi du premier ensemble dans le socle de moule, on définit les positions de ces parties de manière qu'elles forment un réseau circulaire d'un premier diamètre, et en ce que, au cours de l'étape qui consiste à placer les parties de paroi du second ensemble dans le socle du moule, on définit les positions de ces parties de manière qu'elles forment un réseau circulaire d'un second diamètre, lequel est différent du premier diamètre.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à former un socle de moule réglable, on forme ce socle avec un certain nombre de surfaces de positionnement de paroi de moule, lesquelles surfaces constituent un réseau circulaire, et en ce que, au cours de l'étape qui consiste à régler le socle de moule, on modifie le diamètre du réseau circulaire que constituent les surfaces de positionnement.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape qui consiste à modifier le diamètre du réseau circulaire des surfaces de positionnement de paroi de moule précède l'étape qui consiste à placer un second ensemble de parties de paroi dans le socle de moule.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte une étape supplémentaire qui consiste à placer un troisième ensemble de parties de paroi de moule dans le socle de moule et à raccorder les parties de ce troisième ensemble aux parties du second ensemble, afin de définir, au moins partiellement, une cavité de moulage circulaire.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à placer les parties de paroi du second ensemble dans le socle de moule, on amène une zone de la surface de chacune de ces parties de paroi en butée sur l'une des surfaces de positionnement de paroi de moule, et en ce que, au cours de l'étape qui consiste à placer un troisième ensemble de parties de paroi de moule dans le socle de moule et à raccorder les parties de ce troisième ensemble aux parties du second ensemble, on procède à ce raccordement en ménageant un intervalle entre les parties du troisième ensemble et les surfaces de positionnement de paroi de moule qui sont en butée sur les parties de paroi du second ensemble.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à former un socle de moule réglable, on forme une embase et, au-dessus de cette embase, à une certaine distance, un certain nombre de surfaces de positionnement, et en ce que, au cours de l'étape qui consiste à placer les parties de paroi du second ensemble dans le socle de moule, ces parties de paroi sont placées sur les surfaces de positionnement, au-dessus de l'embase, à une certaine distance, afin de rendre accessibles les parties inférieures des parties de paroi de ce second ensemble.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte une étape supplémentaire qui consiste à placer un troisième ensemble de parties de paroi de moule dans le socle de moule et à raccorder les parties de ce troisième ensemble aux parties du second ensemble, afin de définir, au moins partiellement, une cavité de moulage circulaire, et en ce que, au cours du raccordement précité, les parties de paroi du troisième ensemble sont placées au-dessus de l'embase du socle de moule, à une certaine distance de cette embase.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on définit chacune des surfaces de positionnement à la partie d'extrémité supérieure d'un organe en forme de tige, les organes en forme de tige étant placés verticalement au-dessus de l'embase du socle de moule, et en ce que, au cours de l'étape qui consiste à régler le socle de moule, on modifie les positions des organes en forme de tige par rapport à l'embase.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à modifier les positions des organes en forme de tige, on entraîne ces organes en rotation par rapport à l'embase, autour d'axes qui sont décalés par rapport à leurs propres axes centraux.

12. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à former des parois de moule, on forme un certain nombre de gabarits présentant une zone de surface dont la configuration correspond à celle d'une partie de la surface de l'article à mouler, on recouvre chacun de ces gabarits d'un revêtement humide de matériau de moulage céramique, on sèche au moins partiellement le revêtement de matériau céramique, et on sépare ce revêtement du gabarit.

13. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à raccorder les parties de paroi de moule des premier et second ensembles, on soumet à une certaine force les parties d'extrémité des parties de paroi adjacentes pour les rapprocher l'une de l'autre.

14. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à former une embase à partir du socle de moule réglable et du premier ensemble de parties de paroi de moule placé dans le socle de moule, à monter sur cette embase, selon un réseau circulaire, un certain nombre d'organes verticaux en forme de tige qui peuvent être entraînés en rotation autour d'axes décalés par rapport à leurs propres axes centraux, à entraîner ces organes en forme de tige en rotation autour des axes décalés pour régler leurs positions relativement à l'embase, à former un certain nombre de parties de parois courbes, et à placer ces parties de paroi dans le réseau circulaire d'organes en forme de tige.

15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que, au cours de l'étape qui consiste à placer les parties de paroi de moule dans le réseau circulaire d'organes en forme de tige, on amène ces parties de paroi en engagement avec la partie d'extrémité supérieure des organes en forme de tige, pour que ces parties de paroi soient supportées au-dessus de l'embase.

L'invention concerne un procédé de fabrication d'articles moulés, et l'assemblage de moules utilisant un socle pour mettre des parties de moule en position l'une par rapport à l'autre, en cours de formation d'un moule.

Les composants des moteurs à turbine circulaire sont fréquemment moulés à partir de moules en céramique d'une seule pièce. Les moules sont formés en utilisant des gabarits en cire qui sont enduits d'un revêtement humide de matériau céramique de moulage. Ce revêtement humide est ensuite séché et chauffé à température relativement élevée pour éliminer le gabarit en cire et former un moule rigide à partir du matériau céramique. L'un des procédés connus pour fabriquer de cette manière des composants de moteur à turbine est décrit dans le brevet US N° 3669177.

Lorsqu'on utilise le procédé qui vient d'être évoqué pour former des composants de turbine, les dimensions des composants moulés peuvent être différentes de celles du modèle, ou des dimensions souhaitées, du fait des imprécisions dans le moule formé. Différents facteurs contribuent à établir ces imprécisions; le retrait du gabarit en cire, les modifications en dimensions du moule en céramique au cours du séchage et du chauffage, et le retrait du matériau moulé au cours du refroidissement contribuent également à donner des dimensions peu précises au produit moulé final.

Il existe plusieurs façons de compenser les imprécisions du produit moulé. On peut, par exemple, surdimensionner le produit moulé et l'usiner ensuite aux dimensions souhaitées. On peut également modifier les matrices métalliques utilisées pour former les gabarits en cire. Mais ces procédés sont coûteux et font perdre du temps.

Le procédé selon l'invention qui tend à remédier à ces inconvénients des procédés connus est défini à la revendication 1.

L'invention sera maintenant décrite à titre d'exemple, en se rapportant au dessin annexé dans lequel:

la fig. 1 est une illustration de la manière dont plusieurs parties de paroi de moule sont maintenues dans un socle de moule réglable;

la fig. 2 est une illustration à plus grande échelle mettant en évidence la relation entre des parties de paroi de moule et les parties d'extrémité supérieure de tiges de support verticales utilisées pour supporter ces parties de paroi;

la fig. 3 est une vue en coupe partielle, quelque peu schématique, d'une partie du socle de moule et des parties de moule illustrées à la fig. 1;

la fig. 4 est une illustration schématique mettant en évidence la manière selon laquelle des tiges réglables sont utilisées pour supporter une partie de paroi de moule;

la fig. 5 est une illustration schématique partielle mettant en évidence la relation entre l'une des tiges-supports du socle de moule et une partie centrale d'une partie de paroi de moule;

la fig. 6 est une illustration schématique, analogue à celle de la fig. 5, mettant en évidence la relation entre l'une des tiges-supports réglables et une fente formée dans la partie d'extrémité d'une partie de paroi de moule;

la fig. 7 est une illustration schématique de la tige-support de la fig. 5, après qu'elle a été entraînée en rotation autour d'un axe décalé par rapport à son axe central, pour régler sa position et celle de la partie de paroi de moule, et

la fig. 8 est une illustration schématique de la tige-support de la fig. 6, après qu'elle a été entraînée en rotation autour d'un axe décalé par rapport à son axe central, pour régler sa position.

On a représenté à la fig. 1 un socle de moule 10 destiné à régler la position, selon un réseau circulaire, d'un certain nombre de parties de paroi de moule radialement en retrait 12. Lorsque les parties de paroi 12 ont été placées selon un réseau circulaire dans le socle de moule 10, des parties de paroi de moule radialement en saillie 16 sont montées, selon un réseau circulaire, sur les parties 12 (voir fig. 2 et 3). Les parties de paroi intérieures 12 et extérieures 16 coopèrent pour définir une cavité annulaire de moule 20 dans laquelle est moulé un composant de moteur à turbine tel qu'un carter de diffuseur, un anneau de tuyère, un support de paliers ou une structure de ventilation.

Lorsque les parties de paroi de moule intérieures 12 et extérieures 16 ont été raccordées sur le socle de moule 10 pour former un ensemble complet de moulage, ce dernier est habillé d'un matériau de revêtement approprié pour réduire les pertes de chaleur et maintenir ses

diverses parties à l'encontre de tout mouvement relatif. Lorsque l'ensemble de moulage a été préchauffé, un métal fondu est introduit dans la cavité de moulage pour former, de manière connue, un produit moulé. Lorsque le produit moulé a été ôté de l'ensemble de moulage, il est vérifié pour déterminer dans quelle mesure ses dimensions diffèrent des dimensions souhaitées.

Lorsque les différences entre dimensions de l'article moulé et dimensions souhaitées ont été déterminées, le socle de moule 10 est réglé pour les compenser. Après réglage du socle de moule 10, les parties de paroi de moule intérieures 12 et extérieures 16 sont de nouveau assemblées dans ce socle. Et l'ensemble de moulage résultant est alors utilisé pour former un deuxième produit moulé de la manière décrite précédemment.

Le deuxième article moulé aura des dimensions qui sont plus proches de celles du modèle ou des dimensions souhaitées, et cela du fait que le socle de moule 10 a été réglé pour compenser les différences de dimensions relevées sur le premier article moulé. On notera que le socle de moule 10 est laissé sur les réglages utilisés pour définir la disposition des parties de paroi de moule du premier ensemble de moulage jusqu'à ce qu'on ait déterminé dans quelle mesure diffèrent les dimensions du premier produit moulé. Ce n'est qu'ensuite que le socle de moule est réglé en modifiant les positions correspondant au moulage d'un produit dont les dimensions sont connues et en établissant les positions permettant de compenser les erreurs relevées.

Les parties de moule 12 et 16 sont formées en plongeant des gabarits en cire dans une bouillie liquide de matériau céramique pour moule. On utilise des matrices métalliques appropriées pour fabriquer les gabarits en cire. La surface latérale des matrices a une configuration correspondant à celle de la surface latérale intérieure de la cavité de moulage 20 et une surface latérale opposée correspondant à la surface extérieure dans la direction radiale de cette cavité de moulage. Ces surfaces de matrice sont utilisées pour former les surfaces latérales principales du gabarit en cire. Les deux zones de surface latérale, sur le gabarit en cire, sont séparées par une surface de liaison dont la configuration n'a pas besoin de correspondre à une partie quelconque des parties de moule 12 et 16. Il est bien entendu que les gabarits peuvent être formés à partir d'un matériau autre que la cire naturelle. On peut utiliser, par exemple, une cire synthétique appropriée, ou un matériau plastique pour gabarit tel que le polystyrène.

Le gabarit en cire est plongé à plusieurs reprises dans une bouillie liquide de matériau céramique pour moule. Quoiqu'on puisse utiliser divers types de bouillie, on notera que, à titre d'exemple, on peut utiliser une bouillie contenant de la silice fondue, du zircon et d'autres matériaux réfractaires en combinaison avec des liants. On peut utiliser des liants chimiques tels que le silicate d'éthyle, le silicate de sodium et de la silice colloïdale. De plus, la bouillie peut contenir des éléments filmogènes appropriés tels que des alginate permettant d'ajuster la viscosité, ainsi que des agents mouillants permettant de régler les caractéristiques d'écoulement et la mouillabilité du gabarit.

Selon les procédures connues, le gabarit est donc plongé à plusieurs reprises dans la bouillie précitée et séché pendant des temps suffisants pour former un revêtement de l'épaisseur souhaitée. Chaque fois que le gabarit a été plongé dans le matériau céramique liquide, les surfaces de ce gabarit qui ne correspondent à aucune partie des parties de moule 12 et 16 sont essuyées pour en éliminer ce matériau céramique liquide. Cela se traduit par une discontinuité dans le revêtement de matériau céramique qui recouvre le gabarit, une partie du revêtement correspondant alors à la partie de paroi intérieure 12, et une autre partie à la partie de paroi extérieure 16. Lorsque le gabarit et les parties de paroi de moule séchées sont chauffées à température relativement élevée, le gabarit en cire fond, et les deux parties de paroi de moule sont aisément séparées en raison de la discontinuité formée par essuyage, comme il a été dit précédemment.

Le procédé utilisé pour former les gabarits et les parties de paroi de moule à partir de ces gabarits est le même que le procédé décrit dans la demande de brevet des Etats-Unis N° 653383 déposée au nom de Elazek *et al.*, le 29 janvier 1976 et intitulée « Ensemble de moulage et procédé pour le fabriquer ».

On ne décrira donc pas plus avant le procédé de fabrication des parties de paroi 12 et 16, mais il est bien entendu que d'autres procédés connus peuvent être utilisés pour former ces parties de paroi.

Le socle de moule 10 comporte une embase circulaire 24. Au-dessus de cette embase se trouvent un certain nombre de tiges verticales 28 destinées à supporter la paroi du moule (voir fig. 1 et 3). Dans le cas considéré, les parties courbes de paroi de moule, intérieures 12 et extérieures 16, coopèrent pour définir une cavité de moulage circulaire 20. En conséquence, les tiges-supports de paroi 28 sont disposées en réseau circulaire autour de l'embase 24.

Quoiqu'on puisse envisager de choisir un nombre quelconque de tiges 28 pour supporter une partie de paroi de moule, trois tiges sont utilisées, dans le cas considéré, pour supporter chaque partie de paroi de moule 12. Par suite, les tiges sont disposées sur l'embase 24 par groupes de trois tiges 28a, 28b et 28c. Chaque groupe de trois tiges se compose d'une tige centrale 28a qui s'engage dans un trou 32 pratiqué dans la partie centrale d'une collerette inférieure 34 de la paroi de moule. Dans une fente 38 de la collerette précitée est engagée une extrémité de la tige-support 28b. Enfin, dans une seconde fente 40 de la collerette inférieure 34 de la partie de paroi 12 est engagée la troisième tige-support 28c.

Le moule 44 est représenté en état d'assemblage partiel à la fig. 1; il comporte sept parties de paroi de moule intérieures 12 raccordées en réseau circulaire. En conséquence, il y a sept groupes de trois tiges-supports 28a, 28b et 28c disposées en réseau circulaire sur l'embase 24. On notera qu'une cuvette de coulée 46 est reliée par des passages à chacune des parties de paroi de moule intérieures 12 pour permettre une répartition régulière du métal autour de la cavité de moule annulaire 20.

Les parties de paroi de moule intérieures 12 sont raccordées au niveau de collerettes formées à leurs extrémités. Dans un exemple de réalisation, on utilise des mâchoires de verrouillage à ressort pour maintenir les collerettes des parties de paroi de moule adjacentes l'une contre l'autre. Et on utilise, de plus, une colle au niveau des joints de collerettes pour sceller les parties 12.

Lorsque les parties 12 ont été assemblées, on monte, sur ces parties, les parties courbes extérieures 16 des parois de moule. Chacune des parties 16 est raccordée à une partie 12 à l'aide d'une colle céramique appropriée (voir fig. 2 et 3). Dans le moule illustré 44, chaque partie extérieure 16 a une longueur d'arc identique à celle de la partie intérieure 12.

Les parties extérieures 16 comportent des collerettes à leurs extrémités pour pouvoir être raccordées entre elles de la manière qui a été précédemment décrite pour les parties intérieures 12. On forme de la sorte une cavité annulaire de moulage 20 entre parties intérieures 12 et parties extérieures 16 des parois de moule. Le procédé utilisé pour raccorder entre elles les parties 12 et les parties 16 est le même que celui décrit dans la demande de brevet précédemment mentionnée.

Lorsque les parties de paroi de moule 12 et 16 ont été assemblées, le moule 44, terminé, est ôté du socle de moule 10. On notera que les positions des tiges-supports 28 ne sont pas modifiées par le retrait du moule 44, terminé, du socle 10. Le moule 44 est ensuite enduit d'un matériau de revêtement approprié, et un premier article est moulé dans la cavité 20 en versant un métal fondu dans les cuvettes de coulée 46.

Lorsque le métal fondu est solidifié, l'article moulé résultant est ôté du moule 44. L'article moulé est alors mesuré pour déterminer si ses dimensions sont conformes à celles souhaitées. On remarquera que la cavité de moulage 20 et l'article moulé ont des diamètres importants. En raison des difficultés que présente le moulage d'un article ayant de telles dimensions, il est vraisemblable que le diamètre de l'article moulé sera légèrement différent du diamètre souhaité. Cette différence en dimensions résulte du retrait du gabarit, des modifications des dimensions des parties de paroi au cours du séchage, du chauffage et de la coulée, et du retrait du métal dans la cavité de moulage 20 lorsque ce métal, fondu, se refroidit.

Lorsqu'on a déterminé la différence entre le diamètre de l'article

moulé et le diamètre souhaité, on règle les positions des tiges-supports 28 sur l'embase 24 afin d'éliminer l'erreur relevée. On remarquera que les positions de ces tiges-supports n'ont pas été modifiées depuis le moulage du premier article jusqu'au moment où on a fini de mesurer cet article. C'est donc bien à partir de leurs positions ayant conduit à la production d'un article de dimensions connues que les tiges-supports seront déplacées.

Une fois déterminée la mesure dans laquelle le produit moulé initial diffère du produit souhaité, on peut déterminer dans quelle mesure les positions des parties de paroi intérieures 12 doivent être modifiées pour obtenir le produit souhaité. Pour modifier les positions des parties de paroi intérieures 12 au cours de l'assemblage d'un nouveau moule, il est nécessaire de modifier les positions des tiges-supports 28.

Pour que la position des tiges 28 puisse être réglée, chacune de ces tiges est fixée sur un organe cylindrique excentrique 52 (voir fig. 3). Les axes centraux 54 des tiges 28 sont décalés sur un côté des axes centraux 56 des excentriques 52. Les axes centraux 56 des excentriques 52 coïncident avec les axes centraux d'évidements cylindriques 60 dans lesquels les excentriques sont montés. En conséquence, lorsque les excentriques 52 sont entraînés en rotation autour de leurs axes centraux 56, les tiges 28 sont entraînées en rotation autour des axes 56, et il en résulte une modification de la position des tiges par rapport à l'axe central 64 de l'embase circulaire 24.

Si l'on suppose que le produit initialement moulé à l'aide du moule 44 a un diamètre légèrement sous-dimensionné, par exemple de 1,5 mm, les excentriques 52 devront être entraînés dans le sens horaire (vu des fig. 4, 5 et 6), et leur mouvement déplace les tiges 28 vers l'extérieur, de leurs positions initiales illustrées fig. 5 et 6 à leurs nouvelles positions de réglage illustrées fig. 7 et 8. Bien entendu, le déplacement vers l'extérieur des tiges 28 se traduit par une augmentation du diamètre du réseau cylindrique de tiges-supports.

Le réglage des excentriques 52 se fait avantageusement avant que les parties de paroi intérieures 12 soient mises en place sur les tiges-supports pour former le nouveau moule. Donc, chacun des excentriques 52 est entraîné dans le sens horaire (vu sur la fig. 4) pour déplacer l'axe central de la tige 28 associée, radialement vers l'extérieur par rapport à l'axe central 64 de l'embase, sur une distance égale à la moitié de la totalité de la différence en diamètre entre le produit initialement moulé et le produit souhaité. Dans l'exemple évoqué, où l'erreur était de 1,5 mm, chacun des excentriques 52 doit être entraîné en rotation de manière à déplacer l'axe central 54 de la tige associée 28, vers l'extérieur, sur une distance de 0,75 mm. Cette opération se faisant pour toutes les tiges 28, le diamètre du réseau circulaire de tiges-supports s'accroît de 1,5 mm, ce qui compense l'erreur dans les dimensions du produit initialement moulé.

Les excentriques 52 associés aux tiges-supports 28 ont la même structure, et chacun d'entre eux est maintenu dans une cavité associée 60 par une vis 66 ou tout autre organe de fixation. Lorsque les excentriques doivent être entraînés en rotation, les vis 66 sont desserrées, et les excentriques tournés sur la distance souhaitée; les vis sont ensuite resserrées pour bloquer les excentriques en position. Bien entendu, pour compenser l'erreur relevée dans le produit initialement moulé, tous les excentriques doivent être entraînés sur la même distance à partir des positions qu'ils occupaient initialement. C'est ainsi que le diamètre de la cavité de moulage est modifié dans la même mesure sur la totalité du pourtour de cette cavité.

Les tiges-supports 28a, placées au centre des parties intérieures 12, sont reçues dans des trous circulaires 32 formés dans la collerette inférieure 34 de ces parties intérieures (voir fig. 3 et 5). Lorsque l'excentrique 52 associé à une tige-support 28a est entraîné en rotation dans le sens horaire (vu sur la fig. 5), le centre de cette tige se déplace de la position illustrée fig. 5 à celle illustrée fig. 7. De ce fait, le trou 32 formé au centre d'une des parties de paroi 12 se déplace vers l'extérieur sur une distance qui correspond au déplacement angulaire de l'excentrique.

On peut envisager d'utiliser divers procédés pour mesurer le déplacement de l'excentrique, mais on peut avantageusement former

un index 70 sur la surface supérieure de l'excentrique, cet index se déplaçant devant une échelle formée sur la surface supérieure de l'embase 24. On facilite le réglage de compensation d'erreur par déplacement de chacun des excentriques sur une même distance angulaire, en formant des échelles identiques 72 associées à des index 70 pour chacun de ces excentriques.

En plus du réglage que l'on vient de décrire, on doit procéder à celui des excentriques 52 sur lesquels sont montées les tiges-supports 28b (voir fig. 4 et 5). L'excentrique 52 sur lequel est montée une tige-support 28b est entraîné en rotation sur une distance angulaire égale à celle sur laquelle a été entraîné l'excentrique associé à une tige-support 28a. Il en résulte que la tige-support 28b est déplacée de la position illustrée fig. 6 à la position illustrée fig. 8. On remarquera que, contrairement à la tige-support centrale 28a qui est reçue dans un trou circulaire de la collerette 34, la tige-support d'extrémité 28b est reçue dans une fente 38 formée dans cette collerette. On a illustré fig. 6 et 8 les positions relatives des tiges-supports 28b et des parties de paroi 12. La position de la tige-support 28c est ajustée de la manière précédemment décrite pour les tiges-supports 28a et 28b, chaque tige-support 28c, placée à l'autre extrémité de la partie 12, ayant son extrémité engagée dans une fente 40 de la collerette 34. On voit sur les fig. 4 à 8 que la collerette 34 comporte un trou cylindrique 32 pour recevoir chaque tige-support centrale 28a et deux fentes 38 et 40 pour recevoir des tiges-supports d'extrémité 28b et 28c. Mais il peut être envisagé de pratiquer d'autres types d'évidements pour recevoir les extrémités des tiges-supports. Par exemple, il peut être particulièrement avantageux de choisir des évidements semi-circulaires.

Quelle que soit la forme envisagée pour les évidements recevant les tiges-supports, chacune de ces dernières vient en butée contre une surface tournée vers le bas, formée avec précision sur chaque partie 12. On peut voir sur la fig. 3 que la surface supérieure 74 de la tige-support 28a vient en butée contre une surface semi-circulaire 76 formée sur la partie de paroi intérieure 12. De plus, une partie de la surface latérale cylindrique 75 de la tige-support vient en butée contre une partie de la surface latérale courbe 77 de l'évidement pratiqué dans la partie de paroi inférieure. Cette dernière présente les mêmes surfaces de positionnement pour l'extrémité supérieure et la surface latérale des tiges-supports 28b et 28c.

Lorsque les excentriques ont été tournés et bloqués en position par les vis de retenue 66, pour régler les positions des tiges-supports 28, on place, sur ces tiges, les parties de paroi intérieures 12, pour former le deuxième moule. Etant donné que les tiges-supports ont été déplacées vers l'extérieur afin d'accroître le diamètre du produit moulé de 1,5 mm, l'intervalle entre extrémités des parties de paroi sera légèrement accru. Cet intervalle est rempli d'une colle appropriée, et les collerettes d'extrémité des parties de paroi sont maintenues à l'encontre de tout mouvement relatif entre elles par des organes de verrouillage à ressort, de la manière précédemment décrite.

Bien entendu, l'arc de courbure des parties 12 n'a pas été modifié alors que le diamètre du réseau circulaire que constituent les tiges-supports a été accru. Cela se traduit, pour le produit moulé, par une configuration en feston mais, le diamètre du réseau circulaire de tiges-supports n'ayant été que faiblement modifié, l'effet de feston sera peu perceptible et dans la gamme de tolérance pour la plupart des produits moulés.

De plus, l'effet de feston tend vers un minimum lorsque le moule est préchauffé immédiatement avant le moulage. Même si les parties de paroi de moule sont en matériau céramique, les contraintes dans ces parties sont relâchées lorsque le moule est chauffé à une température relativement élevée immédiatement avant qu'y soit coulé le métal fondu. Ce relâchement des contraintes dans les parties de paroi de moule réduit à un minimum l'effet de feston dû au réglage de la position des tiges-supports 28.

Lorsque les parties intérieures 12 ont été montées sur les tiges-supports 28, on monte les parties de paroi de moule extérieures 16 sur ces parties intérieures. Les parties intérieures de paroi peuvent être

formées avec une collerette de support ou épaulement, laquelle vient en engagement avec une collerette de support ou épaulement correspondant(e) formé(e) sur les parties extérieures 16. Mais il est recommandé de raccorder les parties intérieures 12 et extérieures 16 en utilisant simplement une colle que l'on dépose le long des joints supérieur et inférieur, 80 et 82 (voir fig. 3), entre ces parties. On remarquera que l'accès à la partie inférieure des parties de paroi est facilité du fait que ces parties de paroi sont supportées au-dessus de l'embase 24 par les tiges-supports.

Lorsque le deuxième moule 44 a été assemblé dans le socle 10, il est ôté de ce socle et enduit d'un matériau de revêtement approprié. On préchauffe ensuite le moule à la température souhaitée, et du métal fondu est introduit dans ce moule pour former le deuxième produit moulé. Après refroidissement, les dimensions du deuxième produit moulé sont vérifiées pour voir si elles correspondent bien aux dimensions du modèle. Bien entendu, s'il subsiste encore une légère erreur dans ces dimensions, les positions des tiges-supports peuvent encore être modifiées de la manière précédemment décrite.

Dans l'exemple préalablement proposé, le diamètre du produit initialement moulé était légèrement sous-dimensionné, de sorte que l'on a dû déplacer les tiges-supports 28 vers l'extérieur de manière à accroître le diamètre du réseau circulaire que définissent ces tiges-supports et celui de la cavité de moulage. Dans le cas où le diamètre du produit initialement moulé est surdimensionné, les excentriques 52 doivent être entraînés en rotation dans le sens opposé, soit dans le sens antihoraire vu sur les fig. 5 à 8, afin de réduire le diamètre du réseau circulaire que définissent les tiges-supports 28.

En réduisant le diamètre du réseau de tiges-supports 28, on rapproche les unes des autres les extrémités des parties de moule adjacentes. Si les collerettes de ces parties de moule viennent exactement en butée l'une contre l'autre lorsque les tiges-supports 28 sont réglées pour l'assemblage du premier moule, il est nécessaire, dans le cas considéré, de réduire les dimensions des collerettes précitées avant de les monter pour constituer un réseau circulaire de plus faible diamètre. On choisit en fait de faciliter la réduction du diamètre du réseau de parties de paroi de moule 12 en donnant à ces dernières une forme telle qu'un petit intervalle est ménagé entre leurs collerettes lorsque les tiges-supports 28 sont réglées pour l'assemblage du premier moule. Bien entendu, les intervalles ainsi formés sont remplis d'une colle appropriée.

On a considéré qu'il est avantageux que les parties de moule 12 et 16 soient supportées, au-dessus de l'embase 24, par des tiges-supports telles que 28, afin de faciliter l'accès à la partie inférieure de ces parties de moule; mais ces dernières peuvent être placées directement sur l'embase, les tiges-supports 28 étant alors utilisées comme tiges définissant les positions des parties de moule relativement à l'embase. Il peut également être envisagé, plutôt que d'utiliser plusieurs tiges-supports distinctes, de supporter chaque partie de moule sur un organe coulissant unique pouvant se déplacer par rapport à l'embase 24. Le moule 44 illustré sur le dessin comporte sept parties de paroi intérieures 12, et il est alors nécessaire de prévoir sept organes coulissants distincts. Chacun de ces organes coulissants peut être déplacé individuellement de manière qu'il s'éloigne ou se rapproche de l'axe central de l'embase 24, afin de permettre la modification du diamètre des parties de moule que supportent ces organes coulissants.

On peut considérer que, en utilisant un seul organe coulissant de support pour chacune des parties de moule, on facilite les réglages, puisqu'il est nécessaire de ne déplacer qu'un seul organe pour chacune de ces parties de moule, plutôt que trois tiges-supports 28a, 28b et 28c; il est alors possible de procéder à ces réglages lorsque les parties de paroi 12 ont été placées dans le socle 10. Bien entendu, les organes coulissants peuvent être réglés avant de monter les parties de paroi intérieures 12 dans le socle de moule 10, comme on le fait dans le cas où ces parties 12 sont supportées par les tiges 28. On notera également que les tiges-supports 28 sont utilisées, selon l'exemple décrit, pour supporter les parties de paroi intérieures 12 et définir leur position, mais que le moule peut être conçu de telle sorte que ces

tiges-soutiens viennent en engagement avec les parties de paroi extérieures 16, ou même avec les parties de paroi 12 et 16 à la fois.

Le procédé décrit pour assembler des moules 44 en utilisant un socle 10 permet de définir les positions de parties de paroi, telles que 12, l'une par rapport à l'autre. Le socle précité est d'abord utilisé pour définir les positions relatives des parties de paroi d'un premier moule 44. Le produit moulé obtenu avec ce premier moule est mesuré pour vérifier si ses dimensions correspondent aux dimensions souhaitées. S'il n'y a pas correspondance avec les dimensions souhaitées, le socle 10 est réglé pour compenser la différence relevée entre les dimensions réelles du produit moulé dans le premier moule et les dimensions que ce produit doit avoir. On assemble alors un deuxième moule dans le socle 10, et, ce socle ayant été réglé pour compenser la différence précitée, les dimensions du produit moulé dans le deuxième moule seront plus proches des dimensions souhaitées.

Le socle de moule réglable 10 comporte un certain nombre d'organes verticaux en forme de tige 28 disposées, selon un réseau circulaire, sur une embase 24. Les organes en forme de tige 28 peuvent être entraînés en rotation autour d'axes 56 qui sont décalés par rapport à leurs propres axes centraux 54. En entraînant les organes en forme de tige 28 en rotation autour des axes décalés 56, on règle les positions de ces organes. Les parties d'extrémité supérieure, soit les parties d'extrémité libre, des organes en forme de tige, servent de support pour les parties de paroi 12 et 16 du moule. Il est clair qu'en utilisant des organes verticaux en forme de tige pour supporter les parties de paroi du moule, on ménage avantageusement un accès à la partie inférieure des parois, mais il est envisageable de monter ces parois sur des organes réglables autres que des organes verticaux en forme de tige.



