



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 131 528
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
09.09.87

(51) Int. Cl.⁴ : **B 21 C 37/04, B 21 J 5/00**

(21) Numéro de dépôt : **84420115.2**

(22) Date de dépôt : **04.07.84**

(54) **Lopin composite pour transformation à chaud.**

(30) Priorité : **08.07.83 FR 8311853**

(43) Date de publication de la demande :
16.01.85 Bulletin 85/03

(45) Mention de la délivrance du brevet :
09.09.87 Bulletin 87/37

(84) Etats contractants désignés :
AT DE GB IT SE

(56) Documents cités :
**EP-A- 0 045 706
CH-A- 598 876
FR-A- 798 572
FR-A- 1 006 452
FR-A- 1 442 536
US-A- 4 209 122
US-A- 4 323 186**

(73) Titulaire : **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Etablissement de Caractère Scientifique Technique
et Industriel
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)**

**MICROFUSION
68/78, rue du Moulin de Cage
F-92230 Gennevilliers (FR)**

(72) Inventeur : **Gavinet, Jean
12, rue François Leroux
F-91400 Orsay (FR)
Inventeur : Childeric, Bruno
3, rue Trident
F-38000 Grenoble (FR)**

(74) Mandataire : **Séraphin, Léon et al
PECHINEY 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3 (FR)**

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

Description

La présente invention concerne le domaine de la fabrication de barres, fils ou profilés par transformation à chaud suivie éventuellement d'une transformation à froid. De façon plus particulière, l'invention concerne un nouveau procédé de réalisation d'un lopin composite pour transformation à chaud ainsi qu'une méthode de fabrication de produits difficiles à transformer mettant en œuvre un tel lopin composite.

La fabrication de produits longs en métaux ou alliages difficiles à transformer par déformation plastique à chaud ou à froid a souvent fait appel à des enveloppes ou revêtements. Ainsi, le brevet US-A-2 050 298 décrit un procédé de fabrication de fils fins d'aciers inoxydables par déformation, par exemple par étirage ou par laminage, d'un lopin composé d'une pluralité d'éléments dans une matrice de poudre métallique ou plastique jouant le rôle de matériau séparateur entre les éléments individuels du faisceau, avec comme conteneur une gaine tubulaire, la matrice constituant la plus grande partie du volume.

Pour sa part, le brevet FR-A-1 147 236 décrit le filage à chaud en de très faibles sections, par exemple de fils de métaux très difficiles à travailler à chaud, grâce à un procédé de filage de composite où le faisceau de fils est entouré par une enveloppe mince en acier doux, enveloppe éliminée après filage par voie chimique ou mécanique. Le brevet FR-A-1 150 035 décrit le revêtement du lopin à filer par une enveloppe de métal facile à filer et l'interposition d'un lubrifiant tel que le verre entre les outillages de filage et le lopin. Le brevet US-A-3 394 213 décrit un procédé de fabrication de filaments par transformation à chaud suivie d'étirage à froid, dans lequel on emploie une billette composite, comprenant une gaine extérieure, des fils étanches et éventuellement un liant en poudre, la gaine extérieure étant par exemple en Monel 400 ou en acier doux et les fils ébauches en acier inoxydable AISI 304.

Le brevet US-A-4 209 122 décrit un procédé de réalisation d'un lopin composite pour transformation à chaud, constitué de tiges ou barres d'alliage difficiles à transformer disposées dans de la poudre métallique à l'intérieur d'une gaine métallique rigide, fermée de façon étanche après tassement de cette poudre métallique. L'espacement des tiges est réalisé à l'aide d'entretoises situées près des extrémités. Le lopin composite ainsi réalisé, contenant par exemple des ébauches de fils de Stellite, est transformé par filage à chaud, et les fils sont ensuite séparés de leur enveloppe de matériau de remplissage et de la gaine extérieure métallique par un bain acide.

Dans tous les procédés, l'intérêt d'une enveloppe, gaine et parfois matrice, plus facile à déformer que le produit à obtenir en faible section a été reconnu. Le lopin ou la billette composite obtenue est d'autant plus facile à déformer que l'enveloppe est plus épaisse. En outre, selon le brevet US-A-3 277 564 pas encore cité, le matériau de gainage remplit peu à peu les vides existant entre les fils gainés et joue alors le rôle d'une matrice transmettant les contraintes d'étirage et de formage. Ainsi, le gainage intérieur ou matrice comme du reste l'enveloppe extérieure joue un rôle de lubrifiant, favorable au bon état de surface des produits transformés sous gaine. Enfin, l'enveloppe extérieure joue le rôle de revêtement protecteur vis à vis de la contamination des produits transformés pendant le travail à chaud.

En contrepartie des avantages ainsi procurés par l'enveloppe du lopin ou de la billette composite pour la déformation plastique de métaux ou alliages difficiles à transformer à chaud, la constitution de cet ensemble composite est habituellement compliquée et coûteuse car elle utilise notamment soit une enveloppe extérieure comportant au moins une pièce d'extrémité et une gaine tubulaire, soit un bloc massif percé d'un ou plusieurs canaux, et elle comporte souvent des opérations de soudage et éventuellement d'usinage.

L'invention a pour but de fournir un procédé plus simple et donc moins coûteux pour la constitution de tels lopins composites. Plus précisément, l'invention concerne selon le préambule de la revendication 1 un procédé de réalisation d'un lopin composite pour transformation à chaud constitué d'une ou plusieurs ébauches en métal ou alliage difficile à transformer disposées dans une matrice de poudre métallique, ladite matrice ayant une résistance à la déformation plastique à chaud inférieure à celle dudit métal ou alliage, dans lequel, comme il est connu par le brevet US-A-4 209 122, on constitue le lopin par remplissage et tassement de ladite poudre métallique autour desdites ébauches à l'intérieur d'une gaine cylindrique rigide en utilisant éventuellement des entretoises et/ou un tampon d'obturation.

L'invention selon la revendication 1 est caractérisée en ce que

a) lors de la constitution du lopin, la gaine cylindrique rigide est garnie intérieurement d'une gaine souple plus longue et, une fois le remplissage et le tassement de la poudre effectués, on élimine les entretoises et/ou le tampon d'obturation et on met éventuellement en place sur la poudre des bouchons semi-rigides,

b) On ferme ensuite ladite gaine souple sous vide autour dudit lopin ainsi constitué et on écarte la gaine cylindrique rigide ;

c) On comprime ledit lopin ainsi gainé, réalisant ainsi au moins en partie l'agglomération de la poudre métallique ;

d) On débarrasse ledit lopin une fois comprimé de ladite gaine souple et des éventuels bouchons semi-rigides.

Ainsi la matrice du lopin composite prêt pour la transformation à chaud est constituée uniquement

avec de la poudre agglomérée, sans gaine ou enveloppe tubulaire. On entend ici par poudre « agglomérée » toute poudre dont les grains sont solidaires, quel que soit le procédé utilisé pour y parvenir, par exemple une compression, un frittage, ou l'ensemble des deux. L'agglomération de la poudre est en partie au moins effectuée par compression du lopin, par exemple par compression isostatique au voisinage de la température ambiante entre 100 et 300 MPa, et cette compression est éventuellement suivie d'un frittage, qui améliore alors l'agglomération de la poudre. La pression utilisée pour la compression peut aussi être supérieure à 300 MPa. L'agglomération peut encore être obtenue par frittage du lopin sans compression préalable, en utilisant de préférence un liant qui entraîne une agglomération et une cohésion suffisantes de la poudre tassée et est totalement ou partiellement éliminé par le traitement de frittage.

La poudre employée peut être essentiellement de la poudre de fer. Comme il est connu par la demande de brevet EP-A-0 045 706 concernant des corps comprimés essentiellement à base de fer, la compression peut alors être suivie d'une oxydation entre 200 et 600 °C puis éventuellement d'une imprégnation par un lubrifiant liquide ou pâteux.

Comme il est enseigné par ce même brevet EP-A-0 045 706 dans le cas de la poudre de fer, une poudre lubrifiante solide peut aussi être incorporée à la poudre constituant la matrice, que la compression soit ou non suivie d'un frittage ou, dans le cas où l'essentiel de la poudre employée est de la poudre de fer, d'une oxydation entre 200 et 600 °C.

Enfin, il est avantageux, notamment dans le cas du filage à chaud, de ménager aux extrémités du lopin à transformer à chaud des surlongueurs par rapport aux ébauches de métal ou alliage difficile à transformer, soit pour reculer les parties du lopin ayant une résistance à la déformation à chaud plus élevée par rapport au début et à la fin de la transformation, facilitant ainsi par exemple le début du filage, soit pour améliorer de façon corrélative la régularité dimensionnelle des ébauches transformées vers leurs extrémités, soit encore pour conserver une bonne étanchéité de l'enveloppe dans la transformation à chaud.

De telles surlongueurs sont obtenues soit uniquement par réalisation d'un lopin dont la matrice en poudre agglomérée est plus longue que les ébauches contenues, soit par adjonction à au moins une extrémité du lopin d'un bloc de surlongueur ayant une résistance à la déformation plastique à chaud inférieure à celle du métal ou alliage des ébauches. L'adjonction du bloc ou des blocs de surlongueur peut alors être faite soit par juxtaposition au moment de la transformation à chaud, soit à l'avance par soudage en alternative à l'augmentation des surépaisseurs de poudre aux extrémités du lopin.

Le procédé de l'invention est particulièrement utile pour la transformation à chaud d'ébauches en alliage réfractaire contenant au moins 35 % en poids de (Co + Ni).

Les dessins et les exemples qui suivront permettront de mieux comprendre l'invention.

La figure 1 représente en coupe axiale un lopin pour filage en début de constitution (exemple 1).

La figure 2 représente en coupe axiale le même lopin à la fin de la première phase de constitution.

La figure 3 représente en coupe axiale le même lopin constitué prêt à la compression isostatique.

La figure 4 représente le lopin de l'exemple 2 après compression isostatique suivie éventuellement d'un frittage, et son contour après usinage.

La figure 5 représente en demi-coupe axiale le lopin pour filage de l'exemple (2) muni de blocs de surlongueur soudés.

Exemple 1

Mode opératoire de constitution d'un lopin composite selon le procédé de l'invention

Les figures 1 à 3 illustrent un mode opératoire de constitution du lopin avant agglomération, utilisant le procédé de l'invention. Une gaine cylindrique rigide 1 est garnie d'une gaine souple plus longue 2 dont les extrémités 3 et 3' sont rabattues autour des extrémités de la gaine rigide 1, et la gaine revêtue 1 et 2 est disposée verticalement sur le plan de travail autour d'un bouchon ou tampon d'obturation 4 rigide ou semi-rigide (figure 1). Une entretoise 5 percée de trous ayant des dimensions légèrement supérieures à celles des sections droites des ébauches est placée sur le bouchon 4 et une deuxième entretoise 6 comportant sur son pourtour des alvéoles ou orifices 7 est mise en place, de préférence vers les 2/3 de la hauteur des ébauches, cette deuxième entretoise étant alors maintenue en 3 ou 4 points par un étrier. Les ébauches de métal ou alliage difficile à transformer 8 sont alors enfilées dans les deux entretoises dont les trous se correspondent. La poudre 9 est versée dans le moule ainsi constitué, elle s'écoule par les alvéoles ou orifices tels que 7 et est tassée par chocs sur le côté de la gaine rigide 1 ou par vibration de l'ensemble du moule. La poudre est ainsi approvisionnée et tassée jusqu'à ce qu'elle arrive au voisinage de la deuxième entretoise 6.

L'entretoise 6 est ensuite retirée et le remplissage de poudre et son tassement sont terminés (figure 2), en surépaisseur 10 par rapport à l'extrémité 11 des ébauches 8. Un bouchon semi-rigide 12, par exemple en caoutchouc synthétique dur, est alors mis en place sur la poudre et l'extrémité 3 de la gaine souple 2 est fermée sur le bouchon 12 par un moyen connu 13, par exemple à l'aide d'une pince ou d'un collier de serrage.

Le montage est alors retourné, le bouchon ou tampon d'obturation 4 est retiré ainsi que l'entretoise 5.

On est dans la position de la figure 3 qui représente le lopin prêt pour l'opération de compression isostatique, après les dernières opérations de constitution qui vont être décrites. Le tampon 4 et l'entretoise 5 étant retirés, le remplissage et le tassement de la poudre sont terminés avec une surépaisseur 14 par rapport à l'extrémité 15 des ébauches 8. La constitution du lopin est achevée par la mise en place d'un bouchon semi-rigide 16 et la fermeture de l'extrémité 3' de la gaine souple 2 sous vide primaire. La gaine souple 2 constitue alors un sac étanche plaqué sur le lopin 17 et les bouchons 12 et 16, la poudre 9 du lopin étant tassée mais pas encore agglomérée, le lopin est alors prêt pour l'opération de compression isostatique, la gaine rigide 1 (figure 2) étant écartée.

La compression isostatique du lopin ainsi gainé (figure 3) est faite à la température ambiante sous une pression de l'ordre de 200 MPa et pouvant varier, notamment selon la nature et la granulométrie des poudres, de 100 à 300 MPa. A la sortie de la compression isostatique, le lopin est débarrassé de la gaine souple 2 et des bouchons semi-rigides 12 et 16, il est alors déformé comme illustré par la figure 4 relative à l'exemple 2.

Exemple 2

Préparation d'un lopin composite contenant des ébauches réfractaires cylindriques circulaires, filage de ce lopin composite et obtention des baguettes transformées

Des baguettes ébauches $\varnothing 6,2$ mm ont été réalisées en coulée continue, avec l'analyse suivante (% en poids) :

C = 0,85 — Si ≤ 1 — Mn 1 — Cr = 27,5 — Ni = 5 — W = 19,5 — Fe ≤ 3 — Co = solde.

Les baguettes ébauche avaient une dureté HV30 570/585.

On a constitué un lopin pour filage à partir de 68 baguettes ébauches $\varnothing 6,2$ mm de longueur unitaire 490 mm pesant au total 9,05 kg et de 30 kg de poudre de fer de granulométrie comprise entre 0,02 et 0,15 mm. La gaine rigide 1 avait un diamètre intérieur de 134 mm, une épaisseur de 3 mm et une longueur de 600 mm. La gaine en caoutchouc souple 2 avait une épaisseur de 2 mm. Le tampon obturateur 4 avait une épaisseur de 30 mm, les entretoises 5 et 7 avaient une épaisseur de 4 mm, et comportaient 68 trous $\varnothing 6,3$ à 6,5 mm disposés en quinconce avec un espacement moyen de 5 mm. On a laissé une surépaisseur de poudre de 30 mm à chaque extrémité du lopin 17 constitué comme décrit précédemment, de dimensions $\varnothing 130 \times 550$ mm.

Le lopin 17 enfermé dans la gaine souple 2 a été traité par compression isostatique à la température ambiante sous 210 MPa. Il a été alors dépouillé de la gaine étanche 2 et présentait la forme schématisée par la figure 4 avec des extrémités renflées. La partie centrale 18 du fût du lopin 17' déformé par la compression isostatique avait un diamètre moyen de 119 mm.

Après compression le lopin 17' a été fritté à 1 150 °C sous hydrogène. La forme de ce lopin 17' a été peu modifiée par le frittage. Ensuite, le lopin a été usiné selon le contour 19 à un diamètre de 115 mm et à une longueur de 520 mm, laissant une surlongueur 20 de poudre agglomérée de l'ordre de 15 mm à chaque extrémité du lopin usiné 21.

Enfin, on a soudé à chaque extrémité du lopin 21 un bloc de surlongueur en acier doux 22 long de 60 mm, en cordons 23 discontinus TIG (figure 5) avec métal d'apport.

Le lopin 20 muni des deux blocs de surlongueur 22 a été filé à 1 160 °C température de la face avant du lopin, en filage graissé avec un conteneur de diamètre inférieur $\varnothing 119$ mm et une filière d'orifice circulaire $\varnothing 22,5$ mm, les moyens auxiliaires étant connus de l'homme de métier. La pression maximale développée dans ce filage était de 14 000 kg/cm² (1 370 MPa). La présence du bloc de surlongueur avant en acier doux et de la surlongueur de poudre de fer agglomérée a permis de reculer la partie du lopin contenant les ébauches réfractaires et ayant donc une résistance à la déformation élevée, et par suite de diminuer le pic de pression du début de filage.

La barre filée composite obtenue avait une longueur de 12,4 m, elle a été plongée dans un bain d'acide nitrique à 40 % jusqu'à dissolution complète de la matrice en fer, et après chutage des extrémités, on a obtenu 75 % du poids initial des ébauches réfractaires sous forme de baguettes $\varnothing 1,2$ mm, dans les tolérances de diamètre imposées par l'utilisation.

Exemple 3

Préparation d'un lopin composite contenant des ébauches réfractaires profilées rectangulaires, filage de ce lopin composite et obtention de baguettes transformées

On est parti d'ébauches ou baguettes obtenues par moulage en sable et rectifiées aux cotes suivantes :

section rectangulaire de 4,5 $\times$ 6,3 mm à angles vifs

Longueur : 225 mm

analyse de l'alliage (% en poids) :

C = 1,9 — Si 1 — Cr = 28 — Mn 1 — W = 9 — Fe ≤ 3 — Ni ≤ 0,2 — Co = solde

dureté HV 10 = 510.

- 5 On a réalisé un lopin de filage composé d'un faisceau de 12 baguettes (section $4,5 \times 6,3$ mm) noyées dans de la poudre de fer suivant le processus suivant :

un tube rigide de diamètre extérieur 96 mm et de 270 mm de hauteur a été garni dans son alésage par une gaine souple de 2 mm d'épaisseur en caoutchouc, de même diamètre et de 400 mm de longueur. Un tampon obturateur souple a été placé à la partie inférieure du tube (épaisseur 10 mm).

- 10 2 entretoises de 4 mm d'épaisseur et de 91 mm de diamètre, percées sur une circonférence concentrique de 12 trous $\varnothing$ 9 mm, ont été utilisées pour maintenir les ébauches en place durant le remplissage de la poudre.

Ces 2 entretoises ont été ensuite retirées et on a complété le remplissage sur environ 20 mm à chaque extrémité pour obtenir une hauteur de poudre de 265 mm.

- 15 Après mise en place d'un tampon obturateur (épaisseur 10 mm) sur la partie supérieure du tube, la gaine souple a été fermée hermétiquement aux deux extrémités.

Le lopin ainsi préparé a été placé dans une enceinte de compression isostatique et comprimé sous une pression de 210 MPa.

- 20 Après compression, le lopin a été dépouillé de sa gaine souple en caoutchouc. Ses dimensions moyennes étaient les suivantes :

$\varnothing$ 76 mm $\times$ longueur 250 mm

Pour assurer une meilleure cohésion de la poudre, on a fritté le lopin à 1 150 °C sous hydrogène. Puis on l'a usiné pour obtenir un diamètre de 73 mm et une longueur de 225 mm. On a soudé ensuite à chaque extrémité un bloc de surlongueur en acier doux de 25 mm de long.

- 25 Pour effectuer le filage, on a utilisé une presse de $6 \cdot 10^6$ N (600 tonnes). Le lopin a été chauffé à 1 150 °C, le diamètre de la filière était de 28 mm et la longueur de la barre filée obtenue était de 1,3 m.

La barre obtenue a été plongée dans un bain d'acide nitrique à 40 % jusqu'à dissolution complète de la matrice de fer. Après chutage, on a obtenu 75 % du produit initial des ébauches sous forme de baguettes de section droite $2,3 \times 1,6$ mm, homothétique de celle des ébauches, avec en particulier des angles vifs parfaitement conservés.

- 30 De façon générale, des poids d'ébauches réfractaires plus élevés pour des lopins de même dimension, correspondant à des espacements entre les ébauches réduits vis à vis des espacements des Exemples 2 et 3, peuvent être utilisés pour le filage d'aciers réfractaires à partir de lopins constitués selon le procédé de l'invention.

- 35 Ce procédé s'applique à des formes de lopins et à des modes de constitution des lopins différents de ceux décrits à titre d'exemple. Ce procédé s'applique aussi à d'autres formes d'ébauches en métaux ou alliages difficiles à transformer, à d'autres formes de produits transformés et à d'autres modes de transformation. Enfin, les difficultés de transformation qui peuvent rendre intéressant l'emploi du procédé de l'invention sont de diverses natures.

- 40 Tout d'abord, les lopins composites de l'invention peuvent avoir des formes diverses, non seulement cylindriques de révolution, mais encore par exemple parallélépipédiques, aplaties ou ovalisées. La matrice de poudre agglomérée par compression éventuellement complétée par frittage ou par oxydation diminue la résistance globale à la déformation, joue un rôle lubrifiant et protège contre les chocs et les altérations diverses. Pour des travaux en série, le mode opératoire décrit dans l'exemple 1 peut être simplifié, on utilise ainsi avantageusement des blocs ou galettes de poudre précomprimée associés à des couches de poudre. On peut aussi avoir avantage à associer diverses natures et/ou qualités de poudres dans un même lopin.

- 45 Les ébauches difficiles à transformer placées dans la matrice de poudre ont des formes variées. Elles sont non seulement cylindriques circulaires, mais encore des profilés de sections variées y compris des plats et des tubes. De façon semblable, les produits transformés par la déformation à chaud suivie éventuellement d'une déformation à température plus faible et/ou à froid — l'élimination de la matrice étant faite soit après la transformation à chaud, soit pendant la transformation qui lui succède — ont des formes variées. La transformation à chaud du lopin composite se fait par des propriétés variées tels que le filage, le forgeage, le martelage, le laminage ou le tréfilage. A cette déformation plastique à chaud du lopin composite succède éventuellement une déformation plastique à tiède ou à froid, par l'un des procédés connus de l'homme de métier, par exemple dans un but de calibrage dimensionnel.

- 50 Le procédé permet de résoudre de façon économique des problèmes difficiles de transformation, dus à la grande dureté du métal ou alliage transformé. C'est le cas de l'exemple 2. Le procédé s'applique aussi à des difficultés liées à la fragilité des métaux ou alliages à transformer grâce au triple rôle de la matrice de poudre agglomérée : diminuer la résistance à la déformation, lubrifier, protéger. La fonction de protection du revêtement permet la transformation sous forme de lopin composite selon l'invention de métaux ou alliages altérables à chaud, qu'ils soient contaminables par l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, ou des sels fondus dans le cas d'un préchauffage en bains de sels.

- 60 Enfin, le procédé est utilisé dans des cas où la difficulté de transformation du produit ébauche n'est pas uniquement technique, mais où elle provient aussi d'un problème de coût ou de délai. Ainsi, le filage

du lopin selon l'invention permet une réduction de section importante en conservant une bonne homothétie par rapport à la section droite d'une ébauche contenue, et il peut être avantageux de fabriquer des pièces profilées à partir d'un lopin selon l'invention contenant des ébauches profilées homothétiques de section importante.

- 5 Les possibilités de réglage de la compacité, de la résistance mécanique et de la ductilité de la matrice de poudre donnent une grande souplesse au procédé de l'invention. Les facteurs influençant la qualité de la matrice et son comportement lors de la déformation à chaud sont notamment : les qualités et granulométries des poudres utilisées — par exemple des poudres de fer, de cuivre, d'aluminium, des poudres revêtues —, l'introduction éventuelle d'un lubrifiant de compression et/ou d'un lubrifiant solide
- 10 résistant à haute température tel que du graphite ou du bisulfure de molybdène, l'agglomération plus ou moins poussée comprenant soit une compression seule, soit un frittage seul, soit une compression suivie d'un frittage ou d'une oxydation, et l'imprégnation éventuelle du lopin par un lubrifiant liquide ou pâteux. De tels facteurs influencent la résistance à la déformation du lopin composite de l'invention à l'aplomb des ébauches contenues, cette résistance dépendant aussi et de façon pouvant être prédominante du
- 15 rapport de la section droite cumulée des ébauches à la section droite du lopin et de la résistance à la déformation de ces ébauches. En outre, le réglage des surépaisseurs de poudre et l'adjonction éventuelle de blocs de surlongueur permet aussi de modifier le comportement du lopin à la déformation à chaud et la qualité des résultats par exemple en ce qui concerne la régularité dimensionnelle des produits obtenus.

- Le procédé de l'invention permet d'utiliser des poudres de qualités très fines. Les dimensions des
- 20 grains de poudre, qui ne sont pas forcément tous de même taille, peuvent aller ainsi de 2 μm à 2 mm, et leurs compositions peuvent varier à l'intérieur d'une même matrice, les grains de poudre pouvant en outre être soit nus, soit revêtus.

- Un avantage important du procédé de l'invention est la facilité de l'extraction des produits après la transformation du lopin composite : l'attaque et la dissolution chimique de la matrice de poudre
- 25 agglomérée sans enveloppe sont beaucoup plus faciles que l'attaque et la dissolution chimique d'une enveloppe selon l'art antérieur, que cette enveloppe soit massive ou qu'elle comporte, par exemple, de la poudre et une enveloppe extérieure.

30 Revendications

1. Procédé de réalisation d'un lopin composite (17) pour transformation à chaud constitué d'une ou plusieurs ébauches (8) en métal ou alliage difficile à transformer disposées dans une matrice de poudre
- 35 métallique (9), ladite matrice ayant une résistance à la déformation plastique à chaud inférieure à celle dudit métal ou alliage, dans lequel on constitue le lopin (17) par remplissage et tassement de ladite poudre métallique (9) autour desdites ébauches (8) à l'intérieur d'une gaine cylindrique rigide (1) en utilisant éventuellement des entretoises (5, 6) et/ou un tampon d'obturation (4), caractérisé en ce que :

- a) lors de la constitution du lopin (17), la gaine cylindrique rigide (1) est garnie intérieurement d'une gaine souple (2) plus longue et, une fois le remplissage et le tassement de la poudre (9) effectués,
- 40 on élimine les entretoises (5, 6) et/ou le tampon d'obturation (4) et on met éventuellement en place sur la poudre (9) des bouchons semi-rigides (12, 16) ;

- b) on ferme ensuite ladite gaine souple (2) sous vide autour dudit lopin (17) ainsi constitué et on écarte la gaine cylindrique rigide (1) ;

- c) on comprime ledit lopin (17) ainsi gainé, réalisant ainsi au moins en partie l'agglomération de la
- 45 poudre métallique (9) ;

- d) on débarrasse ledit lopin (17) une fois comprimé de ladite gaine souple (2) et des éventuels bouchons semi-rigides (12, 16).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue la compression du lopin (17) dans une enceinte de compression isostatique.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que, après avoir comprimé le lopin (17) et après l'avoir débarrassé de la gaine souple (2) et des éventuels bouchons semi-rigides (12, 16), on effectue un frittage améliorant ainsi l'agglomération de la poudre (9).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les ébauches (8) sont cylindriques circulaires ou sont des profilés de sections variées.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on constitue la
- 55 matrice essentiellement par de la poudre de fer.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la compression du lopin (17) est suivie d'une oxydation entre 200 et 600 °C.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on incorpore au
- 60 moins une poudre lubrifiante solide à la poudre constituant la matrice.

8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'on imprègne le lopin comprimé et oxydé avec un lubrifiant liquide ou pâteux.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que une partie au
- 65 moins de la poudre (9) constituant la matrice est précomprimée, avant la mise en place des ébauches (8).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'on adjoint à au

moins une extrémité du lopin (21) un bloc de surlongueur (22) ayant une résistance à la déformation plastique à chaud inférieure à celle du métal ou alliage difficile à transformer des ébauches (8) contenues dans le lopin (17', 21).

11. Application du procédé de réalisation d'un lopin composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 à la transformation de métaux ou alliages réfractaires.

12. Application du procédé de réalisation d'un lopin composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 à la transformation de métaux ou alliages fragiles.

13. Application du procédé de réalisation d'un lopin composite selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 à la transformation de métaux ou alliages altérables à chaud.

10

Claims

1. Process for producing a composite billet (17) for hot working formed by one or more blanks (8) of metal or alloy which is difficult to work, the blanks being disposed in a matrix of metal powder (9), said matrix having a resistance to hot plastic deformation which is lower than that of said metal or alloy, wherein the blank (17) is formed by filling and compacting said metal powder (9) roundsaid blanks (8) in the interior of a rigid cylindrical sheath (1), optionally using spacers (5, 6) and/or a closure plug (4), characterised in that :

a) when producing the billet (17), the rigid cylindrical sheath (1) is internally lined with a longer flexible sheath (2) and, once the operations of filling and compacting the powder (9) have been performed, the spacers (5, 6) and/or the closure plug (4) are removed and semi-rigid closure members (12, 16) are optionally set in position on the powder (9) ;

b) said flexible sheath (2) is then closed under vacuum around the billet (17) produced in that way and the rigid cylindrical sheath (1) is taken off ;

c) said billet (17) when thus sheathed is compressed, thus at least partially producing agglomeration of the metal powder (9) ; and

d) once said billet (17) has been compressed it is freed of said flexible sheath (2) and the optional semi-rigid closure members (12, 16).

2. A process according to claim 1 characterised in that compression of the billet (17) is effected in an isostatic compression chamber.

3. A process according to either one of claims 1 and 2 characterised in that, after the billet (17) has been compressed and after removal therefrom of the flexible sheath (2) and the optional semi-rigid closure members (12, 16), a sintering operation is effected, thus improving agglomeration of the powder (9).

4. A process according to any one of claims 1 to 3 characterised in that the blanks (8) are circular cylindrical or are members of varying sections.

5. A process according to any one of claims 1 to 4 characterised in that the matrix is essentially formed by iron powder.

6. A process according to claim 5 characterised in that the operation of compressing the blank (17) is followed by an oxidisation operation at between 200 and 600 °C.

7. A process according to any one of claims 1 to 6 characterised in that at least one solid lubricating powder is incorporated in the powder forming the matrix.

8. A process according to claim 6 characterised in that the compressed and oxidised billet is impregnated with a liquid or pasty lubricant.

9. A process according to any one of claims 1 to 8 characterised in that a part at least of the powder (9) forming the matrix is pre-compressed prior to the operation of setting the blanks (8) in position.

10. A process according to any one of claims 1 to 9 characterised by adding to at least one end of the billet (21) an over-length block (22) having a level of resistance to hot plastic deformation which is lower than that of the metal or alloy which is difficult to work, of the blanks (8) contained in the billet (17', 21).

11. Use of the process for producing a composite billet according to any one of claims 1 to 10 for working refractory metals or alloys.

12. Use of the process for producing a composite billet according to any one of claims 1 to 10 for working fragile metals or alloys.

13. Use of the process for producing a composite billet according to any one of claims 1 to 10 for working metals or alloys which are liable to deterioration in the hot condition.

Patentansprüche

60

1. Verfahren zur Herstellung eines Verbundrohrlings (17) zur Warmverformung, bestehend aus einem oder mehreren Rohlingen (8) aus Metall oder einer schwer verformbaren Legierung, die in Form einer Matritze aus Metallpulver (9) vorliegt, wobei die Matritze einen Widerstand gegenüber plastischer Warmverformung aufweist, der kleiner als der des Metalls oder der Legierung ist und in der der Rohling (17) durch Auffüllen und Pressen des Metallpulvers (9) um die Rohlinge (8) herum im Inneren eines steifen

65

Zylindermantels (1) erstellt wird, wobei gegebenenfalls Zwischenwände (5, 6) und/oder ein Dichtstopfen (4) verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß

a) während des Erstellens des Rohlings (17) der steife Zylindermantel (1) innen mit einer weichen längeren Ummantelung (2) gefüttert wird, und nachdem das Auffüllen und Pressen des Puders (9) durchgeführt worden ist, die Zwischenwände (5, 6) und/oder der Dichtstopfen (4) entfernt werden und auf das Puder (9) gegebenenfalls halbsteife Stopfen (12, 16) angebracht werden ;

b) anschließend der weiche Mantel (2) um den damit geschaffenen Rohling (17) herum unter Vakuum geschlossen wird und der steife zylinderförmige Mantel (1) entfernt wird ;

c) der so ummantelte Rohling (17) komprimiert wird, wodurch zumindest teilweise eine Agglomeration des Metallpulvers (9) erreicht wird ;

d) dem komprimierten Rohling (17) dann der weiche Mantel und gegebenenfalls die halbsteifen Stopfen (12, 16) entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompression des Rohlings (17) in einem isostatischen Druckbehälter erfolgt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß nachdem der Rohling (17) komprimiert wurde und nachdem der weiche Mantel (2) und gegebenenfalls die halbsteifen Stopfen (12, 16) von ihm entfernt worden sind, ein Sintern erfolgt, um somit die Agglomeration des Pulvers (9) zu verbessern.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohlinge (8) zylinderförmig mit kreisrundem Querschnitt oder Profiltteile mit variierendem Querschnitt sind.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Matritze im wesentlichen aus Eisenpulver besteht.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompression des Rohlings (17) von einer Oxydation zwischen 200 und 600 °C gefolgt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein als Festkörperschmiermittel wirkendes Pulver dem die Matritze bildenden Pulver beigemischt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der oxydierte und komprimierte Rohling mit einem flüssigen oder teigartigen Schmiermittel impregniert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Teil des Pulvers (8), das die Matritze bildet, vorkomprimiert ist, bevor die Rohlinge (8) plziert werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einem Ende des Rohlings (21) ein überlanger Block (22) angebracht wird, der eine Widerstandskraft gegenüber plastischer Warmverformung hat, die kleiner als die des schwer zu verformenden Metalls oder der Legierung der Rohlinge (8) ist, die in den Rohlingen (17, 21) enthalten sind.

11. Anwendung des Verfahrens zur Herstellung eines Verbundrohlings nach einem der Ansprüche 1-10 bei der Verformung hochschmelzender Metalle oder Legierungen.

12. Anwendung des Verfahrens zur Herstellung eines Verbundrohlings nach einem der Ansprüche 1-10, bei der Verformung von empfindlichen Metallen oder Legierungen.

13. Anwendung des Verfahrens zur Herstellung eines Verbundrohlings nach einem der Ansprüche 1-10 bei der Verformung von sich bei Hitzeeinwirkung verändernder Metalle oder Legierungen.

45

50

55

60

65

FIG.1

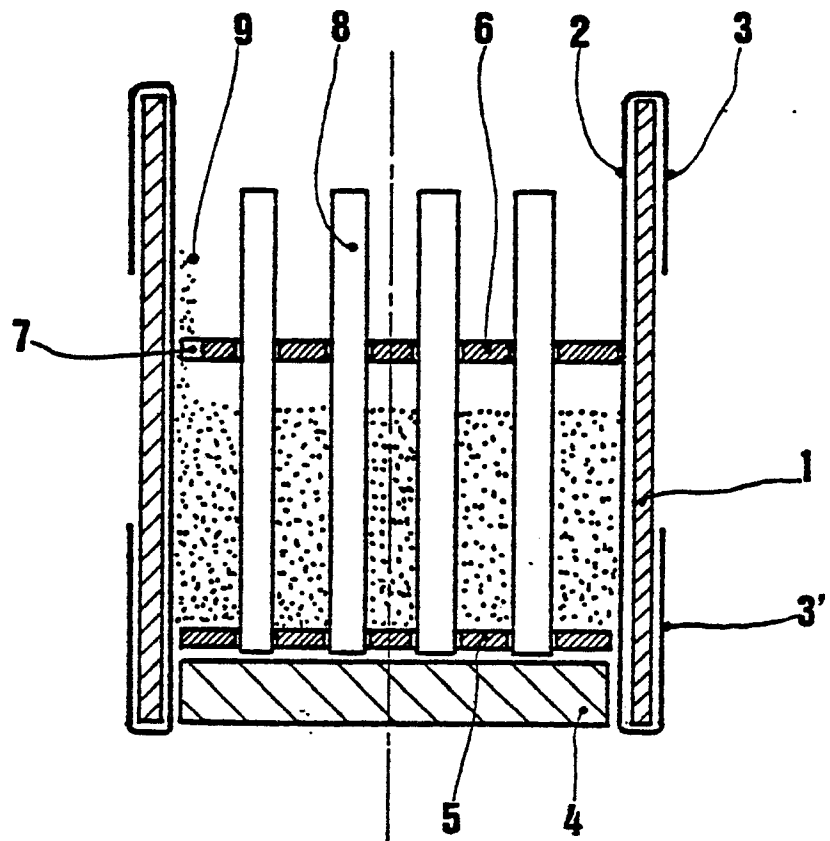
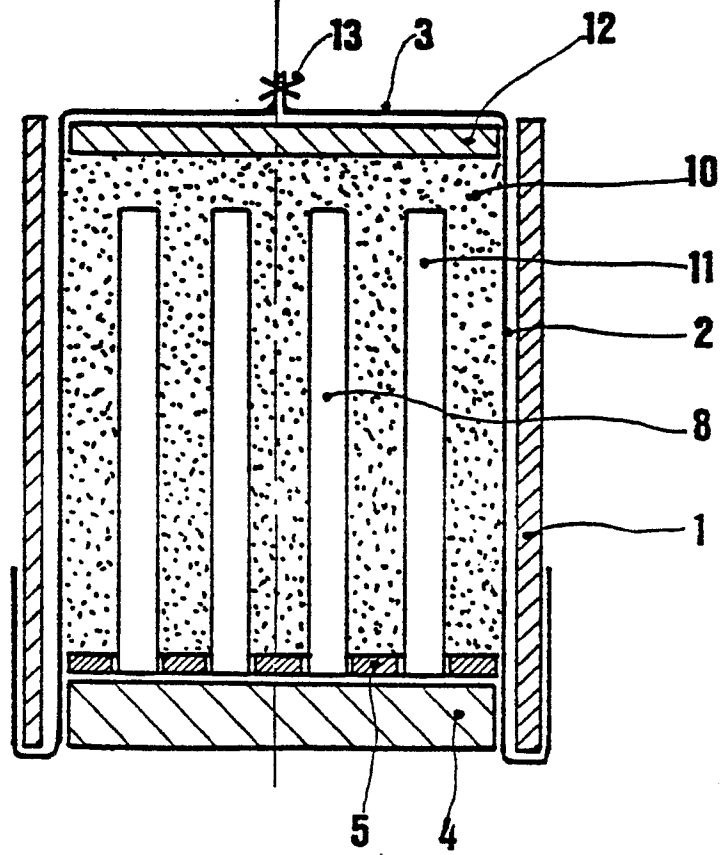


FIG.2



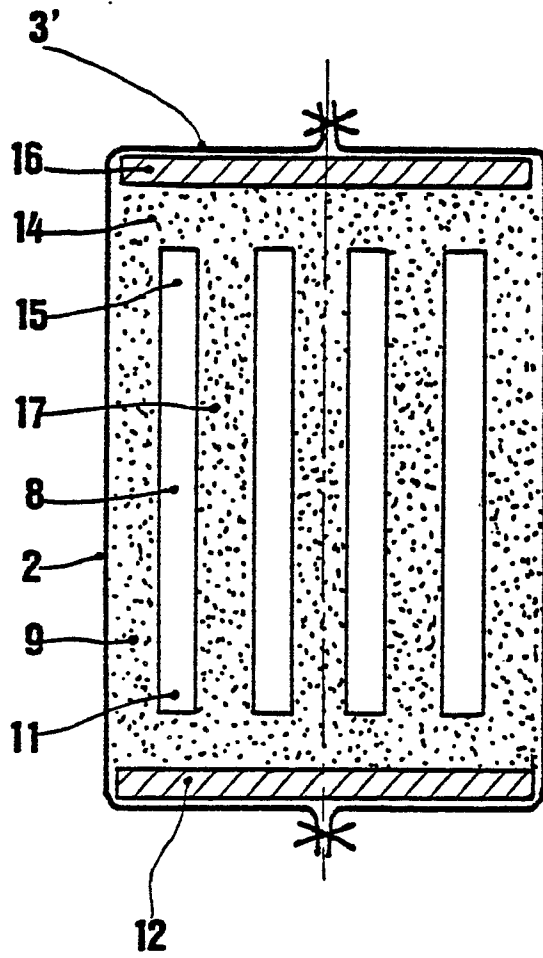


FIG. 3

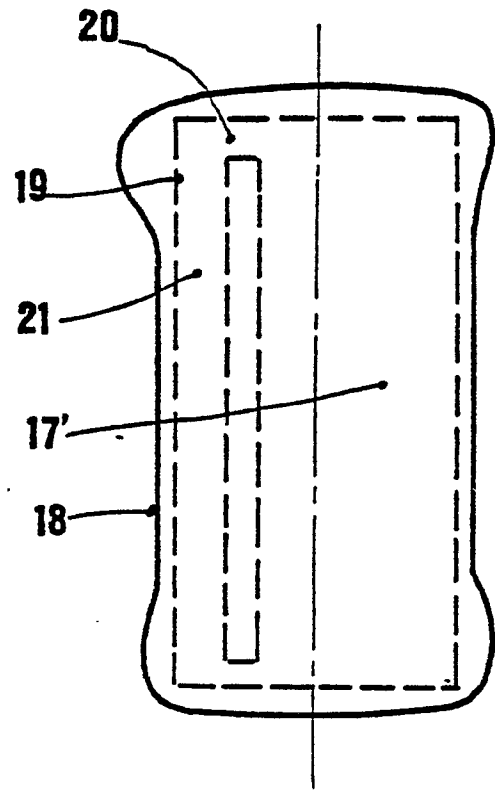


FIG. 4

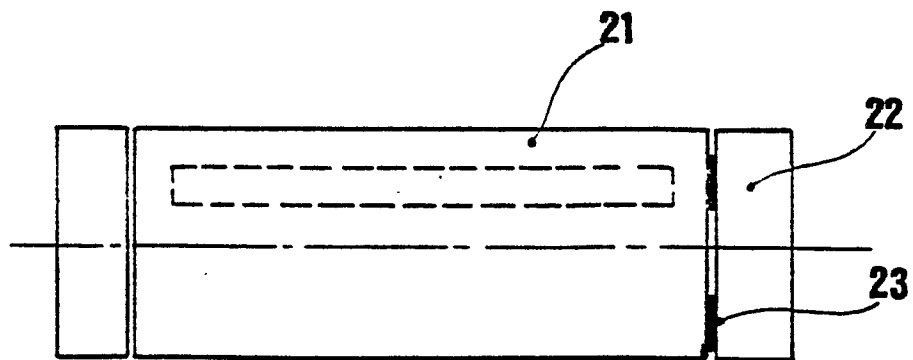


FIG. 5