

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **87420187.4**

(51) Int. Cl.⁴: **B 30 B 11/02**

(22) Date de dépôt: **01.07.87**

(30) Priorité: **04.07.86 FR 8610128**

(43) Date de publication de la demande:
07.01.88 Bulletin 88/01

(84) Etats contractants désignés:
AT CH DE ES GB GR IT LI NL SE

(71) Demandeur: **ALUMINIUM PECHINEY**
23, rue Balzac
F-75008 Paris Cédex 08 (FR)

(72) Inventeur: **Coste, Benoist**
Immeuble le Saint Ayrault 42 rue Ramassot
F-73300 Saint-Jean de Maurienne (FR)

Vanvoren, Claude
l'Echaillon-Hermillon
F-73300 Saint-Jean de Maurienne (FR)

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

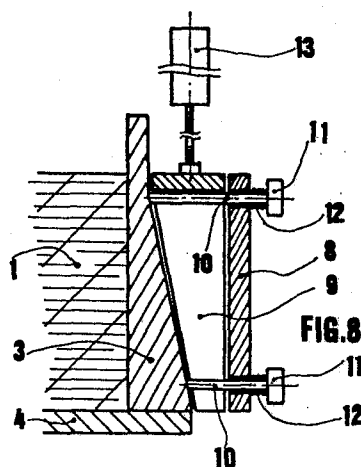
(54) Procédé et dispositif de relaxation des contraintes en fin de compactage oedométrique d'un mélange d'agrégat et de liant.

(57) L'invention concerne un procédé de relaxation des contraintes latérales, en fin de mise en forme par compactage d'un bloc (1) constitué d'un agrégat et d'un liant (tel que de la pâte carbonée) sur lequel on applique une contrainte principale monoaxiale dans un moule rigide comportant un fond (5) et quatre parois latérales (3).

Selon ce procédé, en fin de compactage, on maintient, selon l'axe de compactage une contrainte résiduelle comprise entre 50 et 2000, et de préférence entre 100 et 500 kilopascals, puis on écarte de quelques millimètres au moins deux des parois latérales du moule, puis on supprime la contrainte principale et on extrait le bloc moulé.

La contrainte résiduelle est maintenue pendant une durée comprise entre 1 et 20 secondes après écartement des parois latérales.

L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé.



Description**PROCEDE ET DISPOSITIF DE RELAXATION DES CONTRAINTES EN FIN DE COMPACTAGE
OEDOMETRIQUE D'UN MELANGE D'AGREGAT ET DE LIANT****5 DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION**

L'invention concerne un procédé et un dispositif de relaxation latérale des contraintes en fin de compactage oedométrique d'un bloc constitué d'un agrégat et d'un liant, mis en forme par vibrotassage ou pilonnage.

Elle s'applique en particulier, mais non exclusivement, à la fabrication de blocs carbonés, constitués de coke et/ou d'antracite (agrégat) et de brai (liant) destinés à l'électrometallurgie, par exemple les anodes et les éléments cathodiques destinés aux cuves de fabrication d'aluminium par électrolyse.

EXPOSE DU PROBLEME

Le compactage oedométrique d'un bloc ou d'une pièce de forme par vibrotassage ou pilonnage consiste à placer le matériau à mettre en forme dans un moule muni d'un couvercle, et à lui imposer un ou plusieurs cycles de contraintes. Ces contraintes sont appliquées par la chute répétée d'une masse sur le matériau (pilon ou couvercle de poids élevé).

Pour la bonne compréhension de l'invention, on rappelle que le vibrotassage est obtenu par l'utilisation d'un lourd couvercle et l'application, sur le moule, d'une vibration à une fréquence de quelques Hertz à quelques dizaines de Hertz, qui a pour effet de soulever le couvercle qui retombe sous l'effet de son poids, sur le bloc à compacter.

Le pilonnage consiste à appliquer des chocs répétés sur le bloc au moyen d'un pilon que l'on soulève et laisse retomber périodiquement.

Les figures 1, 2 et 3 se rapportent à l'art antérieur. Les figures 4, 5, 6, 7 et 8 se rapportent à l'invention.

Toutes les figures sont des coupes schématiques et elles se rapportent au cas particulier où la contrainte principale s'exerce verticalement de haut en bas, mais elles restent valables quelle que soit la position du moule dans l'espace.

Sur la figure 1, on voit que la contrainte principale F_a s'exerce verticalement sur le matériau (1) disposé dans le moule (2). Les parois latérales (3) du moule, qui sont fixes, exercent sur le matériau une réaction F_l proportionnelle à la contrainte principale : $F_l = k \times F_a$.

Dans tout ce qui suit, nous désignerons par "contrainte latérale" toute contrainte s'exerçant dans une direction perpendiculaire ou sensiblement perpendiculaire à la direction de la contrainte verticale.

INCONVENIENTS DE L'ART ANTERIEUR (fig. 1 à 3)

En fin de compactage (qui peut durer, par exemple, quelques minutes), on retire le couvercle (4) ; le matériau (1) qui a emmagasiné les contraintes latérales va les relâcher. Les parois latérales du moule (3) étant fixes, les contraintes ne peuvent se relâcher que dans le sens de l'axe de compactage et peuvent provoquer la formation de fissures (6) perpendiculaires à l'axe de compactage ; c'est ce qui se produit, par exemple, lors du moulage des anodes pour la production d'aluminium par électrolyse, lorsque la pâte carbonée, dans le moule, dépasse une certaine température critique.

OBJET DE L'INVENTION

L'objet de l'invention est un procédé de relaxation latérale des contraintes en fin de mise en forme, par compactage oedométrique, d'un bloc constitué d'un agrégat et d'un liant et sur lequel on applique une contrainte monoaxiale dans un moule rigide comportant un fond et quatre parois latérales. Dans tout ce qui suit, nous désignerons par "compactage", l'opération de mise en forme de blocs dans un moule, les termes "fond" et "sommet" ne préjugant pas de la position du moule dans l'espace.

Selon l'invention, au moins deux parois latérales opposées sont rendues mobiles de façon à pouvoir reculer de quelques millimètres par rapport au bloc moulé (1) mais elles sont fermement maintenues en place pendant toute la durée du compactage.

Il est également possible de rendre les 4 parois mobiles. Le compactage est assuré soit par vibrotassage, soit par pilonnage. Un autre objet de l'invention est un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de compactage qui permet d'assurer un recul limité (de quelques millimètres) des parois mobiles après le compactage, tout en les maintenant fermement bloquées pendant le compactage proprement dit.

Les figures 4 à 8 schématisent la mise en oeuvre de l'invention dans le cas particulier où la contrainte principale est verticale.

La figure 4 schématise le compactage sous l'action de la force F_a exercée par le couvercle (4) ou le ou les piston(s) (4) (4A).

Sur les figures schématiques 4, 5 et 6, le repère (4) désigne le couvercle d'un dispositif de vibrotassage ou un pilon ; le repère (4A) désigne le fond fixe du moule.

Les parois du moule (7) et (8) soumises à une poussée latérale exercent une réaction F_l .

En fin de compactage les parois mobiles (7 et/ou 8) sont éloignées de quelques millimètres des parois correspondantes du bloc moulé, le couvercle (4) étant contrairement à la pratique de l'art antérieur, maintenus en place sur le bloc (1) (fig. 5), ce qui permet la relaxation latérale des contraintes. Le bloc est soumis de la

part du couvercle ou du ou des pistons à une contrainte résiduelle de 50 à 2000 kPa (kilopascals) et de préférence comprise entre 100 à 500 kPa.

Après quelques secondes (1 à 20 par exemple) on relève le couvercle (4) (fig. 6).

Le bloc moulé est dégagé après ouverture des parois (7) et/ou (8) et enlèvement du couvercle.

La figure 8 schématise un dispositif pour la mise en oeuvre de l'invention.

La paroi (7) est immobilisée, pendant le compactage, au moyen de la cale (9) qui prend elle-même appui sur un montant rigide, fixe (8). Sur la paroi (7) sont fixées deux tiges guides (10) terminées par une tête (11). Entre la tête (11) et la paroi externe du montant fixe, on a placé un ressort (12) travaillant en compression.

En fin de compactage, on relève la cale (9) au moyen du vérin (13). Sous l'action des ressorts (12), la tête (11) est repoussée vers l'extérieur, et elle tire sur la paroi (7) qui recule de quelques millimètres, laissant ainsi, entre elle et le bloc carboné pressé (1), un espace de quelques millimètres suffisant pour assurer la relaxation des contraintes.

Ce dispositif n'est qu'un exemple particulier, non limitatif de l'invention, pour assurer le dégagement latéral de la paroi (7) et la maintenir fermement immobilisée pendant le compactage.

EXEMPLE DE MISE EN OEUVRE DE L'INVENTION

Une vibrotasseuse a été équipée, selon l'invention, de deux parois latérales mobiles susceptibles de s'écarter des parois du bloc d'environ 5 mm, selon le dispositif de la figure 8. De même, les deux portes (8) qui se relèvent pour permettre l'évacuation de l'anode, sont animées d'un même mouvement de recul de 5 mm avant d'être relevées. La relaxation des contraintes se fait donc dans les deux directions du plan horizontal (la contrainte principale ayant été verticale).

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats comparatifs obtenus :

Relaxation des contraintes selon l'inv.	Températures des blocs pendant le compactage, °C	Ecart de densité * sèche des blocs carbonés par rapport à la référence	Apparition de fissures en sortie de compactage
non	140	+ 0	non
oui	140	+ 0,003	non
non	145	-	oui
oui	145	+ 0,011	non
non	150	-	oui
oui	150	-	oui

* (La densité sèche DS se définit par rapport à la densité apparente mesurée, DA par la relation :

$$DS = DA \times (1 - \% \text{ de brai en poids})$$

On en conclut que la relaxation latérale des contraintes selon l'invention a permis d'effectuer le compactage des blocs à 145°C au lieu de 140°C en l'absence de relaxation latérale sans qu'il y ait formation de fissures. Il en est résulté un gain moyen de 0,011 point sur la densité des blocs carbonés, ce qui se traduit par une amélioration sensible de la qualité des anodes et une suppression des rebuts pour cause de fissuration.

AVANTAGES PROCURES PAR L'INVENTION

La relaxation latérale des contraintes emmagasinées dans les blocs moulés alors qu'ils sont encore soumis à une contrainte résiduelle dans l'axe du compactage (contrainte résiduelle inférieure à 2000 kPa), permet d'élever la température à laquelle apparaissent les fissures. Il est donc possible, dans le cas du moulage de blocs carbonés, de malaxer et de compacter le mélange coke + brai à température plus élevée (d'au moins 5°C), et d'améliorer ainsi les caractéristiques des blocs.

Les anodes destinées à la production d'aluminium par électrolyse, selon le procédé Hall-Héroult, sont un

des domaines privilégiés mais non exclusifs, de mise en oeuvre de l'invention.

5 Revendications

1/ Procédé de relaxation des contraintes latérales, en fin de mise en forme par compactage d'un bloc constitué d'un agrégat et d'un liant, sur lequel on applique une contrainte principale monoaxiale dans un moule rigide comportant un fond et quatre parois latérales, ce compactage étant effectué par un moyen choisi parmi le vibrotassage et le pilonnage, caractérisé en ce que, en fin de compactage, on maintient, selon l'axe de compactage une contrainte résiduelle comprise entre 50 et 2000, et de préférence entre 100 et 500 kilopascals, puis on écarte de quelques millimètres au moins deux des parois latérales du moule, puis on supprime la contrainte principale et on extrait le bloc moulé.

2/ Procédé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que la contrainte résiduelle est maintenue pendant une durée comprise entre 1 et 20 secondes après écartement des parois latérales.

3/ Procédé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on écarte deux parois opposées (7) du moule.

4/ Procédé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on écarte deux parois adjacentes (7,8) du moule.

5/ Procédé, selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on écarte les quatre parois du moule.

6/ Procédé, selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les blocs sont constitués d'un mélange d'agrégat carboné tel que le coke ou l'antracite et d'un liant tel que le brai.

7/ Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que deux au moins des parois latérales du moule sont munies d'un moyen de déplacement en translation par rapport au bloc moulé.

8/ Dispositif selon revendication 7, caractérisé en ce que le moyen de déplacement comporte d'une part, au moins un organe de guidage (10) fixé à une de ses extrémités sur la face externe de la paroi mobile (7) et muni, à son extrémité opposée d'une tête (11), et d'autre part, un montant rigide fixe (8) et, disposé entre la paroi mobile (7) et le montant (8), une cale (9) amovible, et un moyen élastique en compression (12) disposé entre le montant (8) et la tête (11).

FIG 1,2,3.

1-1

FIG 4,5,6,7,8.

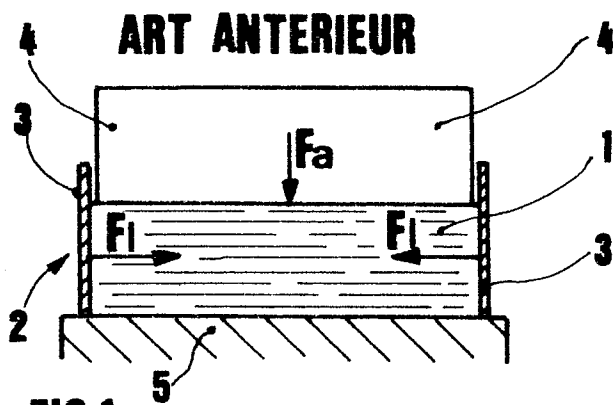


FIG.1

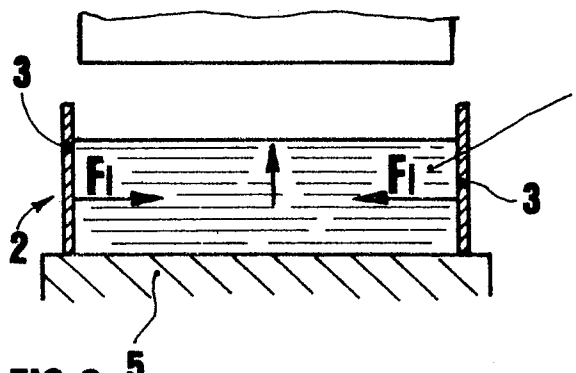


FIG.2

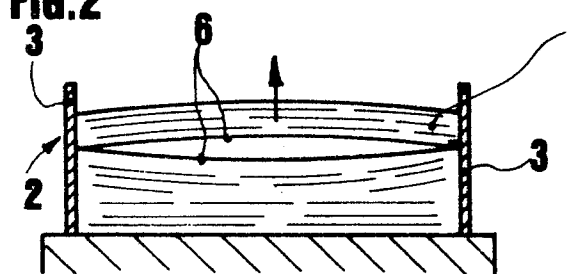


FIG.3

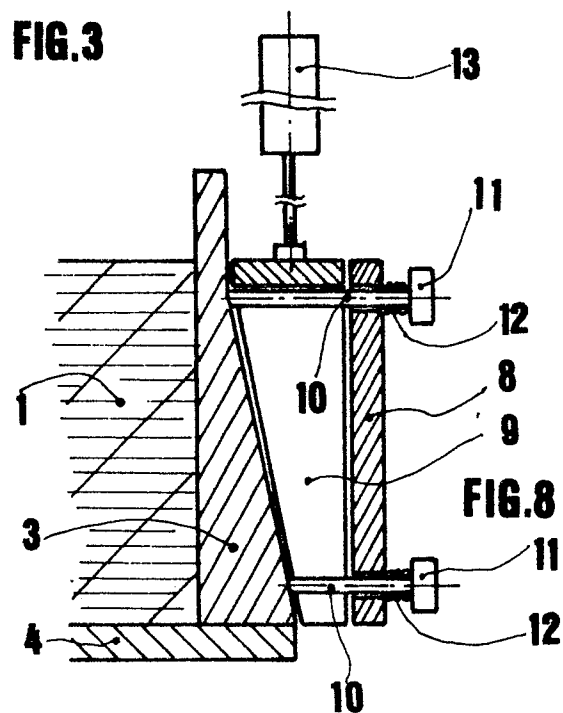


FIG.8

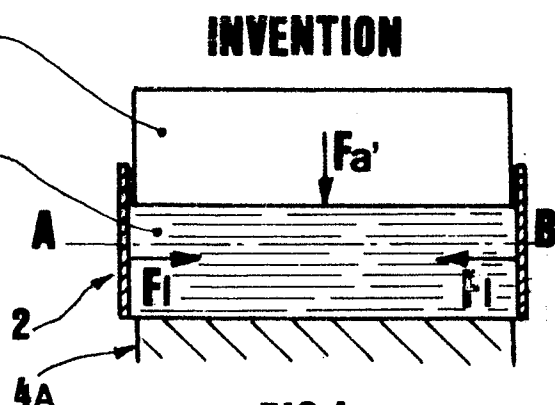


FIG.4

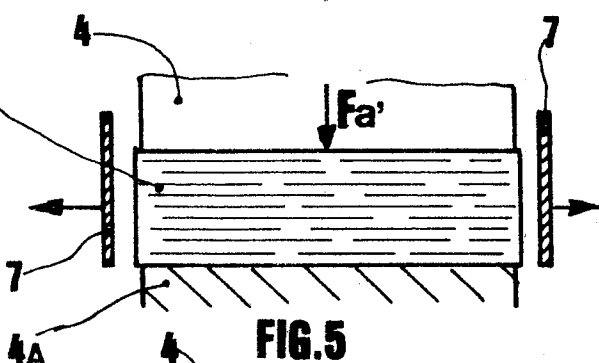


FIG.5

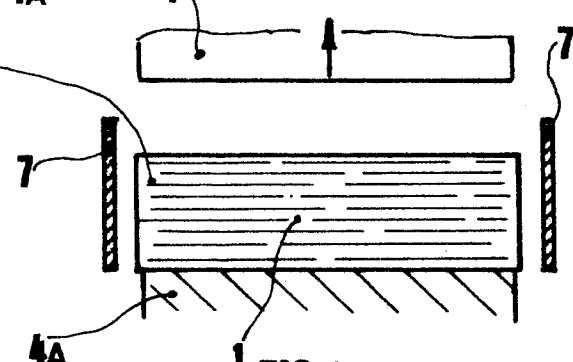


FIG.6

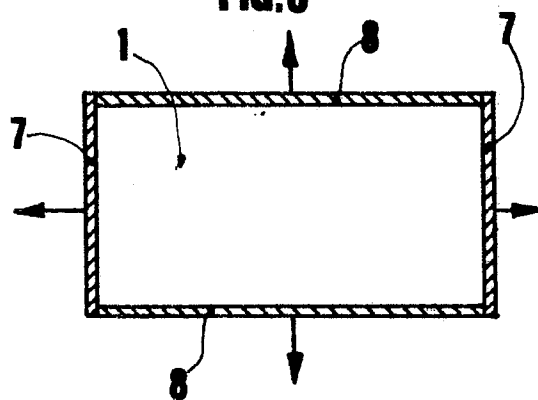


FIG.7
(coupe AB fig4)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 87 42 0187

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
X	US-A-4 000 231 (W. PETERSON) * Colonne 1, lignes 16-30; colonne 1, ligne 66 - colonne 2, ligne 8; colonne 5, lignes 28-41 *	1,2	B 30 B 11/02
X	--- US-A-2 342 772 (S. WELLMAN) * Page 1, colonne 1, ligne 40 - colonne 2, ligne 9; page 4, colonne 1, lignes 33-65 *	1,7	
A		2	
A	--- DE-A-2 039 686 (VON ROLL AG) * Page 4, paragraphes 3,4; page 8, dernier paragraphe *	3-7	
A	--- DE-B-1 175 360 (VEB ELEKTROKOHLE) * Colonne 1, lignes 7-30 *	1,6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4) B 30 B B 28 B
A	--- FR-A-1 478 202 (VEB ELEKTROKOHLE) * Page 1, colonne 1, paragraphes 2-4 *	1,6	
A	--- FR-A- 441 320 (N. FARALDI) * Page 1, ligne 55 - page 2, ligne 28 *	7	
	--- -/-		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18-09-1987	Examineur KORTH C-F.F.A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	ER-A- 898 723 (A. GAUDIN) * Revendications 1,2 * -----	8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18-09-1987	Examineur KORTH C-F.F.A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			