

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 83400765.0

51 Int. Cl.³: **C 21 C 5/44**
C 21 C 5/32, F 27 D 1/16

22 Date de dépôt: 18.04.83

30 Priorité: 22.04.82 FR 8207117

43 Date de publication de la demande:
02.11.83 Bulletin 83/44

84 Etats contractants désignés:
AT DE GB NL SE

71 Demandeur: **INSTITUT DE RECHERCHES DE LA
SIDERURGIE FRANCAISE (IRSID)**
185, rue Président Roosevelt
F-78105 Saint Germain-en-Laye Cédex(FR)

71 Demandeur: **Aciéries réunies de
Burbach-Eich-Dudelange (ARBED)**
Avenue de la Liberté B.P. 1802
Luxembourg(LU)

72 Inventeur: **Denier, Guy**
24, rue des Tilleuls
F-57000 Metz(FR)

72 Inventeur: **Henrion, Romain**
11, Bd. Winston Churchill
L-4055 Esch/Alzette(LU)

74 Mandataire: **Ventavoli, Roger et al,**
**INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE
FRANCAISE (IRSID) 185, rue Président Roosevelt**
F-78105 Saint-Germain-en-Laye(FR)

54 **Procédé de traitement pour améliorer la perméabilité des fonds de récipients métallurgiques pourvus d'éléments réfractaires perméables, et matériaux pour sa mise en oeuvre.**

57 Procédé de traitement pour améliorer la perméabilité des fonds de récipients métallurgiques pourvus d'éléments réfractaires perméables pour l'injection contrôlée d'un fluide de brassage dans le bain de métal en fusion.

Ce procédé selon l'invention se caractérise en ce que, on prépare un béton réfractaire bien coulable, c'est-à-dire capable d'atteindre le fond du récipient à partir du bec en coulant le long de la paroi latérale, en ce que, après avoir vidé le récipient de son contenu, on y déverse le béton, le récipient étant en position basculée, puis on le redresse à la verticale pour assurer la répartition du béton sur le fond, et on le laisse sécher et assurer sa prise sur le fond tout en maintenant dans les éléments réfractaires perméables une pression suffisante pour procurer un débit permanent de fluide de brassage.

L'invention permet d'améliorer la perméabilité des éléments perméables neufs ou usagés et s'applique en particulier aux convertisseurs d'aciérie à soufflage d'oxygène d'affinage par le haut.

PROCEDE DE TRAITEMENT POUR AMELIORER LA PERMEABILITE DES FONDS
DE RECIPIENTS METALLURGIQUES POURVUS D'ELEMENTS REFRACTAIRES
PERMEABLES, ET MATERIAUX POUR SA MISE EN OEUVRE.

5 La présente invention se situe dans le domaine de l'élaboration des métaux, notamment de l'acier. Elle concerne plus précisément les récipi-
10 pients métallurgiques, particulièrement les convertisseurs d'affinage, dont le fond est pourvu d'éléments réfractaires perméables.

On connaît des traitements métallurgiques qui consistent à soumet-
10 tre un bain de métal en fusion à un brassage pneumatique par injection contrôlée d'un fluide de brassage, habituellement un gaz inerte tel que l'azote ou l'argon, au travers d'éléments réfractaires perméables incor-
porés au revêtement réfractaire habituel du récipient contenant le bain et débouchant sous la surface de ce dernier. Plus généralement, ces
15 éléments de soufflage sont logés dans le fond du récipient (FR-A-2.322.202, US n° 3.259.484).

L'application d'une telle technique de brassage à un convertisseur d'aciérie à l'oxygène d'affinage soufflé par le haut se développe actuel-
lement dans le monde entier sous la dénomination commerciale "procédé LBE"
20 (Lance - Brassage - Equilibre). Ce procédé tend à réaliser, comme son nom l'indique, l'équilibre entre métal et laitier et permet ainsi de cumuler, dans une large mesure, les avantages respectifs des procédés classiques d'affinage à soufflage d'oxygène par le haut et à soufflage d'oxygène par le bas.

25 De nombreuses solutions ont déjà été proposées visant à conférer aux éléments réfractaires une perméabilité sélective suffisante pour assurer un débit de fluide de brassage satisfaisant, tout en évitant une pénétration en sens inverse du métal en fusion. Parmi les diverses solu-
tions proposées à cet égard, on peut noter en particulier celle décrite
30 dans la demande de brevet européen publiée n° 0021861 et qui consiste à former des zones de passage de très faible dimension dans un matériau réfractaire compact habituel. Ceci est obtenu, soit en incorporant des corps étrangers longitudinaux (direction de soufflage) au sein d'une masse réfractaire monolithique, soit par juxtaposition de plaquettes ré-
35 fractaires avec interposition entre elles de cales d'écartement calibrées.

Par ailleurs, ces éléments, comme tout matériau réfractaire, s'usent inévitablement au contact du métal en fusion. Cette usure est en outre accélérée en raison même du soufflage gazeux qui provoque des
39 mouvements de convection très sensibles au niveau des éléments de

soufflages et dont les effets induits se font également sentir sur la durée de vie du réfractaire classique environnant. Mais on réussit aujourd'hui, notamment grâce aux éléments de type évoqué ci-avant, à limiter leur vitesse d'usure à peu de chose près à celle du revêtement 5 réfractaire classique constituant le fond, lequel retrouve ainsi une durée de vie comparable à celle qu'il présente dans les convertisseurs classiques à soufflage d'oxygène par le haut (type L.D).

Un autre problème se pose en pratique consistant dans le fait que la perméabilité des éléments de soufflage a tendance à diminuer en cours 10 d'utilisation. Ce phénomène apparaît d'ailleurs quelque peu paradoxal, car il accompagne l'usure progressive normale du fond, et qu'on est donc en droit de penser que, les éléments s'usant pratiquement à la même vitesse que le fond, leur perméabilité devrait au contraire augmenter dans le temps, suite à une diminution des pertes de charge dans les espaces de 15 soufflage.

Sinon à remplacer fréquemment les éléments perméables lorsque leur perméabilité ne permet plus de faire passer les débits de gaz voulus, (ce qui serait non seulement fortement pénalisant, mais encore ôterait tout l'intérêt procuré par une durée de vie des éléments égale à celle du 20 fond), le problème revient à savoir s'il existe une méthode simple, efficace, et peu coûteuse permettant de réhausser le niveau de perméabilité de ces éléments, sans avoir à intervenir directement sur eux, et notamment sans devoir les remplacer par des éléments neufs.

Dans le but d'apporter une solution à ce problème, l'invention à 25 pour objet un procédé de traitement pour améliorer la perméabilité des fonds de récipients métallurgiques, notamment les convertisseurs d'aciérie à soufflage d'oxygène d'affinage par le haut, lesdits fonds étant pourvus d'éléments réfractaires perméables pour l'introduction contrôlée d'un fluide de brassage dans le bain de métal en fusion contenu dans le réci- 30 pient, procédé caractérisé en ce que, après avoir vidé le récipient de son contenu au terme de l'affinage d'une charge quelconque, on dépose dans le fond un béton en matériau réfractaire compatible avec le matériau réfractaire constitutif du fond, ledit béton présentant une fluidité suffisante pour assurer son étalement sur le fond ; et en ce que on laisse le béton 35 sécher et assurer sa prise, tout en maintenant dans les éléments réfractaires perméables une pression suffisante pour procurer un débit permanent de fluide de brassage.

Pour fixer les idées, dans le cas d'un convertisseur d'une capacité 39 supérieure à 200 t, on pourra maintenir dans les éléments une pression

assurant un débit de fluide de l'ordre de 30 m³/h environ par élément, compté en m³ gazeux.

Conformément à un mode opératoire particulier préféré, on prépare un béton réfractaire bien coulable, capable d'atteindre le fond du réci-
5 pient à partir du bec en coulant le long de la paroi latérale ; on déverse ce béton dans le récipient par le bec, le récipient étant en position inclinée, par exemple en position intermédiaire entre la position redres-
sée et la position complètement basculée qu'il présente en fin de coulée du métal en fusion, puis on le redresse à la verticale pour assurer la
10 répartition du béton sur le fond et on laisse le béton sécher et assurer sa prise, tout en maintenant dans les éléments réfractaires perméables une pression suffisante pour assurer un débit de fluide de brassage.

Le cas échéant, on pourra faire basculer le récipient de part et d'autre de sa position verticale pour parfaire l'étalement du béton sur le
15 fond.

Dans ce qui suit, on considèrera que le récipient métallurgique est un convertisseur d'affinage à l'oxygène soufflé par le haut au moyen d'une lance verticale émergée, étant entendu que l'invention s'applique également à tout autre récipient métallurgique, par exemple, les poches ou
20 les fours à arc.

En outre, on convient de qualifier de "béton" aussi bien les bétons traditionnels à prise hydraulique à froid (température d'utilisation inférieure à 100°C) que les produits réfractaires goudronnés, tels que de la dolomie ou de la magnésie goudronnées par exemple, donc à liaison
25 "carbone" et que l'on met en oeuvre généralement entre 130 et 180°C environ.

Par l'expression "un béton en matériau réfractaire compatible avec le matériau réfractaire constitutif du fond", on entend désigner toute matière réfractaire capable, compte tenu de la nature du fond, de coller
30 sur ce dernier lors de sa solidification. Il s'agit par exemple d'un béton magnésien si le fond a une prédominance en magnésie, ou un béton dolomitique si le fond est à base de dolomie, etc...

En outre, par l'expression "béton réfractaire bien coulable" on entend qualifier une préparation de ce dernier qui le rend plus fluide que
35 la fluidité qui résulterait d'une préparation conforme aux prescriptions du fabricant de béton. Autrement dit, il s'agit généralement de rendre ce béton bien humide, c'est-à-dire contenant un excès d'eau par rapport aux prescriptions habituelles de façon à atteindre une teneur de l'ordre de
39 10 % en poids.

Par ailleurs, il est clair que plus l'eau sera en excès plus le temps de séchage sera long.

D'un autre côté, la limite inférieure du taux d'humidité à adopter doit tenir compte de la capacité, c'est-à-dire de la taille du récipient, notamment de sa hauteur et du diamètre du fond, ainsi que de sa masse thermique, afin que le béton puisse, en étant introduit par l'extrémité ouverte supérieure (le bec) atteindre le fond, puis une fois le fond atteint, s'y étaler avant de se solidifier.

Pour fixer les idées, des séries d'essais effectués sur un convertisseur de 240 t ont montré que la teneur en eau se situe préférentiellement entre 8 et 10 % en poids, c'est-à-dire 1 à 2 points de plus que ce que préconise au maximum le fabricant (jusqu'à 7 %, mais plus généralement compris entre 3 et 6 %).

On va maintenant donner trois exemples de compositions pondérales de bétons utilisables selon l'invention. Les deux premiers sont destinés à recouvrir un fond de convertisseur en briques de magnésie, le dernier peut être prévu pour un fond dolomitique.

I. Béton magnésien hydraulique

20 { MgO : 97,3 % du poids du granulat (solides)
 { CaO : 1,0 % du poids du granulat (solides)
 { SiO₂ : 0,4 % du poids du granulat (solides)
 { R₂O₃ : 1,3 % du poids du granulat (solides)

H₂O : 8 à 10 % du poids du béton

25 où R₂O₃ représente l'ensemble des oxydes présents de métaux tels que Al, Ti, Cr...

II. Béton magnésien goudronné

30 { MgO : 90 % en poids du granulat (solides)
 { CaO : 2 % en poids du granulat (solides)
 { SiO₂ : 1 % en poids du granulat (solides)
 { Fe₂O₃ : 10 % en poids du granulat (solides)

Goudron : 10 % du poids du béton

III. Béton dolomitique goudronné

35 { MgO : 41,0 % du poids du granulat (solides)
 { CaO : 57,0 % du poids du granulat (solides)
 { Fe₂O₃ : 0,6 % du poids du granulat (solides)
 { Al₂O₃ : 0,5 % du poids du granulat (solides)
 { SiO₂ : 0,7 % du poids du granulat (solides)

Goudron : 10 % du poids du béton.

40 Comme on le voit, la méthode selon l'invention est simple, peu coûteuse, et ne pose aucune difficulté non-maîtrisée. La présence d'élé-

ments réfractaires perméables logés dans le fond n'implique aucune autre exigence au cours du séchage du béton que celle qui consiste à maintenir au travers d'eux un débit minimal de fluide de brassage, débit que l'on peut qualifier "de sécurité".

5 De plus, ce débit que l'on peut considérer comme perdu (c'est-à-dire non utilisé pour le traitement du bain proprement dit) n'alourdit que très faiblement le coût global de l'opération, compte tenu de sa valeur relativement minime par rapport à celle mise en oeuvre lors du brassage du bain (de l'ordre de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ par élément). On peut même dire que les
10 conséquences sur le coût sont pratiquement négligeables, si on prend soin de choisir un gaz largement disponible dans le commerce, comme l'azote par exemple, ou le cas échéant, un gaz de récupération produit dans l'usine elle-même, comme le CO_2 .

Une fois séché, le béton est en prise mécanique sur le fond et
15 forme une couche réfractaire pouvant atteindre dans la zone centrale, une épaisseur moyenne comprise entre 5 et 20 cm environ (convertisseur de 240 t). Le convertisseur est alors prêt pour le traitement de nouvelles charges. On constate dès la première charge traitée que, non seulement la perméabilité du fond est conservée, mais qu'elle a de plus très sensiblement
20 augmenté par rapport au niveau qu'elle avait avant l'apport du béton.

On rappelle à toutes fins utiles, qu'un indicateur possible du "niveau" de perméabilité peut être constitué par le rapport pression/débit de fluide de brassage dans la conduite d'amenée de ce dernier à l'élément réfractaire perméable. Ce rapport peut être déterminé à partir d'une
25 valeur de référence, l'élément perméable étant pris à l'état neuf avec soufflage à vide ou au cours de l'affinage de la première charge au convertisseur.

L'explication des résultats obtenus n'est pas encore totalement élucidée :

30 - l'observation semble montrer, que la préservation de la perméabilité est assurée par la présence d'un réseau de canaux reliant la face de soufflage de l'élément à la surface libre au fond au travers de la couche de coulis rapportée, ce réseau se formant lors du séchage de cette couche grâce au soufflage permanent du fluide de brassage.

35 - quant à l'amélioration de cette perméabilité, il pourrait s'agir d'un phénomène interne à l'élément réfractaire perméable lui-même. On est en effet en droit de penser que l'origine se trouve vraisemblablement dans les effets de choc thermique provoqués au sein des éléments de soufflage par la coulée de la masse de béton froid (température inférieure à 100°C
40 ou à 200°C selon la nature du béton) et amplifiés encore par le flux

permanent de fluide de brassage. On peut supposer que les contraintes thermiques qui en résultent au sein des éléments de soufflage par contraction de la matière provoque, en se libérant, une formation de micro-fissures s'amorçant préférentiellement en paroi des passages
5 originels prévus pour le fluide de brassage.

Ces hypothèses s'appuient, entre autres, sur le fait que l'on constate statistiquement une amélioration plus importante de la perméabilité de ces éléments lorsque toute la masse de béton liquide destiné à recouvrir le fond est coulé rapidement, en une seule fois, dans le récipient
10 (ce mode opératoire constituant d'ailleurs une mise en oeuvre préférée de l'invention).

D'un autre côté, il a été constaté, compte tenu de l'importante masse thermique du fond, que la température du béton apporté n'influe pas de façon sensible sur la perméabilité.

15 Mais on peut également penser à une explication purement aéromécanique, le fluide de brassage pouvant pour une part circuler latéralement dans des zones de moindre perte de charge qui se forment éventuellement à l'interface de la couche de béton déposée et du fond réfractaire préexistant.

20 La technique selon l'invention peut-être mise en oeuvre à tout moment, aussi bien entre deux campagnes d'affinage, qu'entre deux charges d'une même campagne, ou même avant la première charge, sur un convertisseur à l'état neuf.

On comprend qu'accessoirement l'invention assure également une ré-
25 paration ou une rénovation des fonds usés.

Par ailleurs, l'invention s'applique quelque soit le type d'éléments réfractaires perméables montés dans le fond. Il doit être cependant souligné, que d'excellents résultats ont été obtenus avec des éléments tels que ceux évoqués au début, et dont on pourra avoir plus ample
30 connaissance en se reportant à la description détaillée qui en est faite dans la demande de brevet européen n° 0021861 déjà citée.

REVENDEICATIONS

1°) Procédé de traitement pour améliorer la perméabilité des fonds de récipients métallurgiques, notamment de convertisseurs d'aciérie à soufflage d'oxygène d'affinage par le haut, lesdits fonds étant pourvus 5 d'éléments réfractaires perméables pour l'injection contrôlée d'un fluide de brassage dans le bain de métal en fusion, procédé caractérisé en ce que, après avoir vidé le récipient de son contenu, on dépose dans le fond un béton en matériau réfractaire compatible avec celui constitutif du fond, ledit béton présentant une fluidité suffisante pour assurer son 10 étalement sur la surface du fond, et en ce qu'on laisse le béton sécher et assurer sa prise, tout en maintenant dans les éléments réfractaires perméables une pression suffisante pour procurer un débit permanent de fluide de brassage.

2°) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que on 15 prépare un béton réfractaire bien coulable, c'est-à-dire capable d'atteindre le fond du récipient à partir du bec en coulant le long de la paroi latérale ; en ce que, après avoir vidé le récipient de son contenu, on déverse ce béton dans le récipient par le bec, le récipient étant en position basculée, puis on le redresse à la verticale pour assurer la 20 répartition du béton sur le fond et on le laisse sécher et assurer sa prise tout en maintenant dans les éléments réfractaires perméables une pression suffisante pour procurer un débit permanent de fluide de brassage.

3°) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, après 25 avoir déverser le béton dans le récipient, on fait basculer ce dernier de part et d'autre de sa position verticale afin de parfaire l'étalement du béton sur le fond.

4°) Procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que, on maintient dans les éléments perméables, au cours du séchage et de la 30 prise du béton coulé, une pression suffisante pour assurer un débit permanent de fluide de brassage de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ environ par élément, compté en m^3 gazeux.

5°) Béton réfractaire magnésien hydraulique pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes 35 caractérisé en ce qu'il présente une teneur pondérale en eau comprise entre 8 et 10 %.



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. ³)
A	DE-A-2 100 847 (LaBATE et al.)		C 21 C 5/44 C 21 C 5/32 F 27 D 1/16
A	DE-A-2 912 771 (STAHL CONSULTING)		
A,D	EP-A-0 021 861 (IRSID)		
A,D	FR-A-2 322 202 (IRSID)		
A,D	US-A-3 259 484 (P. LEROY)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³)
			C 21 C C 21 B B 22 D F 27 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18-07-1983	Examineur OBERWALLENEY R.P.L.I
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			