



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numéro de publication: **0 032 350 B1**

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

- ④⑤ Date de publication du fascicule du brevet: 03.07.85
⑤① Int. Cl. 4: **C 21 C 5/32, C 22 B 9/05**
②① Numéro de dépôt: 80401900.8
②② Date de dépôt: 31.12.80

⑤④ Procédé d'affinage d'un bain de métal dans un creuset à soufflage d'oxygène par le haut et creuset de mise en oeuvre.

- | | |
|--|---|
| <p>③① Priorité: 09.01.80 LU 82069</p> <p>④③ Date de publication de la demande: 22.07.81 Bulletin 81/29</p> <p>④⑤ Mention de la délivrance du brevet: 03.07.85 Bulletin 85/27</p> <p>⑧④ Etats contractants désignés: AT BE DE FR GB IT NL SE</p> <p>⑤⑥ Documents cités:
FR - A - 1 210 459
FR - A - 2 233 401
FR - A - 2 322 202
LU - A - 42 419</p> <p>REVUE DE METALLURGIE, vol. 75, no. 6, juin 1978 G.
DENIER et al.: "Nouvelles perspectives de l'affinage LD.
Etudes physico-chimiques et tests à l'échelle pilote",
pages 415-426.</p> | <p>⑦③ Titulaire: INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE (IRSID) France, 185, rue Président Roosevelt, F-78105 Saint-Germain-en-Laye (FR)
Titulaire: ARBED S.A., Avenue de la Liberté 19, L-2930 Luxembourg (LU)</p> <p>⑦② Inventeur: Grosjean, Jean-Claude, 8, rue des Pavillons, F-57210 Semecourt (FR)
Inventeur: Denier, Guy, 87 bis, rue G. Ducrocq, F-57000 Metz (FR)
Inventeur: Bauler, Claude, Parc de Barqueroute Allée no 6, F-13620 Carry le Rouet (FR)
Inventeur: Metz, Paul, 18 rue J.P. Brasseur, Luxembourg (LU)
Inventeur: Schleimer, Francois, 3 rue Bessemer, Esch/Alzette (LU)
Inventeur: Lorang, Lucien, 73 rue de Lasauvage, Differdange (LU)
Inventeur: Goedert, Ferdinand, 10 rue Bessemer, Esch/Alzette (LU)
Inventeur: Henrion, Romain, 11 Bvd Winston Churchill, Esch/Alzette (LU)</p> <p>⑦④ Mandataire: Tuppin, Claude et al, INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDERURGIE FRANCAISE (IRSID) 185, rue Président Roosevelt, F-78105 Saint-Germain-en-Laye (FR)</p> |
|--|---|

EP 0 032 350 B1

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 se rapporte à l'élaboration des métaux, notamment de l'acier. Elle concerne plus particulièrement l'affinage pneumatique d'un bain de fonte contenu dans un creuset à l'oxygène soufflé par le haut.

On sait qu'un creuset d'affinage à l'oxygène soufflé par le haut est un récipient métallique garni intérieurement d'un épais revêtement réfractaire. Le récipient se compose essentiellement d'une partie verticale cylindrique (appelée paroi latérale) qui est d'une part fermée à son extrémité inférieure par un fond circulaire encasté et d'autre part prolongée à son extrémité supérieure par une partie tronconique formant le bec. Par celui-ci pénètre une lance verticale pour le soufflage d'un ou de plusieurs jets d'oxygène d'affinage en direction de la surface du bain métallique contenu dans le creuset.

Il est connu de pouvoir élargir les possibilités métallurgiques des techniques d'affinage de la fonte par soufflage d'oxygène par le haut en injectant par le bas du creuset un gaz de brassage. Ce dernier est le plus souvent un gaz chimiquement inerte vis à vis des impuretés du métal, comme l'azote, l'argon, etc. . . purs ou mélangés. Cette technique est notamment décrite dans le brevet français n° 2 233 401. Mais il n'est pas exclu d'utiliser un gaz réactif, tel l'oxygène ou le CO₂, pur ou mélangé à un gaz inerte et qui, en plus de sa fonction de brassage, participe à l'affinage proprement dit en conjuguant son action avec celle de l'oxygène soufflé par le haut. Le brevet français 1 210 459 décrit un tel brassage par le fond du creuset à l'aide d'injecteurs disposés selon une couronne extérieure de manière à laisser libre une partie centrale d'un diamètre au moins égal à la moitié du diamètre total du fond.

On sait que les effets bénéfiques qu'on peut en attendre sont notamment une conduite du soufflage plus aisée, une amélioration du rendement fer et de la quantité de l'acier ainsi qu'une réduction des consommations de désoxydants et de ferro-alliages. On peut également bénéficier d'un accroissement de la quantité d'additions refroidissantes (ferrailles ou minerai) grâce à une augmentation du taux de combustion secondaire

$$\left(\frac{\% \text{ CO}}{\% \text{ CO} + \% \text{ CO}_2} \right)$$

lorsque, comme le décrit par exemple la demande de brevet luxembourgeois n° 81 207, le procédé est mis en œuvre conjointement avec le maintien d'une atmosphère d'oxygène bien répartie sur la surface du bain.

L'une des principales caractéristiques technologiques du procédé est l'incorporation dans le fond du creuset d'injecteurs permettant d'insuffler le gaz de brassage dans le bain à tout moment pendant et/ou après le soufflage par le haut d'oxygène d'affinage. Les injecteurs utilisés, devant assurer un passage sélectif du gaz de brassage pour éviter des infiltrations de métal en fusion en

sens inverse sont des éléments réfractaires aéroperméables. Des éléments de ce type existent désormais, dont la durée de vie est égale à celle du fond du creuset et qui ont fait l'objet de plusieurs demandes de brevets formulées par les inventeurs.

Cette souplesse dans le choix du moment, de la durée et de l'intensité de l'injection gazeuse permet, comme on l'a rapidement souligné ci-avant, d'améliorer considérablement les performances des creusets à l'oxygène soufflé par le haut en cumulant leurs propres avantages avec ceux des procédés classiques à soufflage d'oxygène par le fond.

Cette nouvelle technique vient de conquérir la sanction industrielle sous la dénomination Procédé «LBE» (Lance-Brassage-Equilibre) évoquant l'équilibre qu'il tend à réaliser entre le métal et la scorie dans le creuset.

Les inventeurs viennent maintenant de découvrir que le procédé LBE permet d'étendre largement les possibilités de l'affinage à l'oxygène par le haut, non seulement grâce à la souplesse déjà évoquée dans le choix du moment, de la durée et de l'intensité du brassage gazeux, mais également – et de façon tout à fait surprenante – par un choix judicieux des conditions géométriques auxquelles doit répondre un tel brassage. De plus, ce choix peut être mis en œuvre de façon fort simple à partir de considérations portant seulement sur la localisation des injecteurs dans le fond du creuset.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'affinage d'un bain de métal, en particulier de fonte, dans un creuset à soufflage d'oxygène par le haut et selon lequel on injecte par le bas du creuset un gaz de brassage azoté caractérisé en ce que, en fonction de la tendance à la dissolution du gaz de brassage dans le bain métallique, on injecte le gaz de brassage au moyen d'éléments réfractaires aéroperméables disposés à la périphérie du fond du creuset au voisinage immédiat de sa paroi latérale quand ladite tendance est trouvée importante, et quand la tendance à la dissolution est trouvée faible on injecte éventuellement le gaz de brassage par la partie centrale du fond située sensiblement à mi-distance entre le centre du fond et la paroi latérale du creuset, l'injection périphérique étant alors maintenue ou supprimée.

L'invention a également pour objet un creuset particulier pour la mise en œuvre du procédé caractérisé en ce qu'il présente, incorporés à son revêtement réfractaire, des injecteurs constitués par des éléments réfractaires aéroperméables pour l'insufflation du gaz de brassage et localisés dans le fond du creuset, selon une couronne périphérique située au voisinage immédiat de la paroi réfractaire latérale dudit creuset, et éventuellement également des injecteurs secondaires localisés en position médiane intermédiaire entre le centre du fond du creuset et la couronne périphérique et en ce que des moyens sont prévus pour alimenter séparément les injecteurs de la cou-

ronne périphérique et les injecteurs en position médiane.

Conformément à une réalisation avantageuse, les injecteurs sont localisés dans le fond du creuset dans une région comprise entre les deux traces de la surface du bain sur le fond du creuset lorsque celui-ci est placé respectivement en ses deux positions basculées.

Jusqu'ici, on avait coutume de répartir les injecteurs dans le fond du creuset selon une disposition circulaire à peu près à mi-distance entre le centre du fond et la paroi latérale. Cette disposition représentant un emplacement logique pour obtenir un effet de brassage optimal, compte tenu du ou des jets d'oxygène soufflés par le haut dont les points d'impact se situent dans la région centrale de la surface du bain.

La mise en œuvre de l'invention, laquelle, comme on l'aura compris, consiste fondamentalement à repousser au maximum la zone de soufflage de gaz de brassage vers la périphérie du fond, présente, par rapport à la technique habituelle, un résultat remarquable: stabiliser la nitruration du bain à des teneurs tout-à-fait acceptables pour pratiquement toutes les nuances élaborées à ce jour. L'intérêt de ce résultat sera mieux compris après avoir indiqué que, dans la pratique antérieure, le soufflage à l'azote conduit à des teneurs résiduelles fluctuantes en cet élément, sortant souvent des tolérances admises et qui impliquent, ou la mise au rebut de la charge, ou des traitements correctifs ultérieurs toujours délicats et onéreux, à l'exemple des traitements sous vide.

L'invention présente donc en particulier l'avantage de pouvoir utiliser en toute circonstance et tout du long de l'opération d'affinage un gaz de brassage par nature soluble dans le métal liquide dans certaines conditions, à l'exemple de l'azote, sans risque d'une dissolution excessive. Cette possibilité permet de réduire le coût de revient de l'opération dans des proportions appréciables puisque, comme on le sait, parmi les gaz à usage industriel et sidérurgique en particulier, l'azote est sans doute le plus économique, notamment en tant que sous-produit de la fabrication d'oxygène à partir de l'air atmosphérique.

Au demeurant, il reste possible, conformément à une variante préférée de l'invention, de combiner cette localisation périphérique avec la localisation traditionnelle en dédoublant géométriquement les possibilités d'injection selon deux cercles concentriques sur le fond du creuset, l'un à la périphérie, l'autre approximativement à mi-distance entre le centre du fond et la paroi latérale du creuset.

Ainsi, il est possible d'augmenter le débit global de gaz de brassage tout en le modulant afin notamment de réserver l'insufflation périphérique aux moments les plus critiques où, au cours de l'évolution de l'affinage, les conditions sont telles que la nitruration du bain est à craindre (notamment en fin de période de décarburation, lorsque le bain atteint sa température maximale et que le lavage par le CO est moins efficace).

On peut donc, à partir d'une centrale pneumatique alimentant séparément les deux catégories d'injecteurs – respectivement en position périphérique et en position médiane – se placer dans des conditions de brassage optimales tout en évitant une prise d'azote excessive par le bain. Ce résultat peut être aisément atteint par tout moyen de mesure approprié de la tendance du bain à la nitruration.

A ce titre, et selon une mise en œuvre préférée de l'invention, on détermine au cours de l'affinage et à une cadence suffisante, les paramètres indicatifs de la tendance à la nitruration du bain métallique et on réagit suivant la réponse obtenue en effectuant un changement des conditions géométriques de l'insufflation du gaz de brassage, en ce sens que l'on effectue préférentiellement cette insufflation par les injecteurs situés à la périphérie du fond du creuset.

On rappelle que les paramètres indicatifs de la tendance à la nitruration du bain sont essentiellement la température de celui-ci ainsi que l'état d'avancement des réactions d'affinage dans le temps et plus pratiquement l'état d'avancement de la réaction de décarburation.

Il est bien entendu que ces paramètres sont déterminés de manière empirique suivant la configuration et les dimensions des installations d'affinage et qu'il y a lieu de tenir compte de facteurs spécifiques comme le débit de l'oxygène soufflé par le haut et les caractéristiques du ou des jets issus de la lance de soufflage.

Conformément à une variante de réalisation préférée du creuset selon l'invention, les injecteurs ne sont pas répartis circulairement mais localisés en des endroits tels que, lors des basculements du creuset, ils ne soient plus au contact du bain de métal en fusion.

L'intérêt d'une telle disposition est notamment de pouvoir arrêter le soufflage du gaz de brassage lorsqu'il n'est pas ou plus nécessaire, sans risquer pour autant des infiltrations en retour de métal en fusion dans les injecteurs. Le bénéfice obtenu n'est pas négligeable dans le cas d'éléments réfractaires aéropreméables, du moins pour certains d'entre eux, dont la bonne tenue est conditionnée par le maintien d'un débit gazeux, léger mais nécessaire en permanence, même en dehors des périodes de brassage pour établir dans les éléments une pression contrebalançant la pression ferro-statique.

Dans une forme de réalisation, les injecteurs sont localisés symétriquement de part et d'autre du plan de basculement à la verticale de l'axe de basculement (axe des tourillons équipant le creuset), le creuset étant supposé lui-même en position verticale.

Cette disposition est valable pour les injecteurs principaux situés à la périphérie, mais également, le cas échéant, pour les injecteurs secondaires prévus en position médiane entre le centre et le bord du fond. Toutefois, si l'on veut mieux répartir les zones de soufflage dans le fond du creuset, on disposera ces injecteurs médians au voisinage immédiat du plan de basculement, de part et d'au-

tre et selon une direction parallèle ou sensiblement parallèle à l'axe de basculement et, de toute façon, suffisamment éloignée à la fois de la zone centrale soumise à l'influence des jets d'oxygène soufflés par le haut et de la paroi latérale pour ne plus être au contact du bain une fois le creuset basculé.

L'invention sera mieux comprise et d'autres aspects et avantages apparaîtront plus clairement au vu de la description qui suit donnée en référence à la planche unique de dessins annexée sur laquelle:

la figure 1 est une vue schématique en coupe verticale d'un creuset conforme à l'invention selon le plan BB de la figure 2,

la figure 2 est une vue en coupe horizontale selon le plan AA de la figure et montrant le fond du creuset.

Sur les figures, les mêmes éléments sont désignés par des références identiques.

Le creuset représenté est constitué principalement d'une cuirasse métallique 1 de symétrie axiale recouverte intérieurement d'un épais revêtement réfractaire 2. L'ensemble ainsi constitué se compose d'une partie cylindrique 3 formant la paroi latérale du creuset et prolongée à son extrémité supérieure par une partie tronconique, ou bec, 4, et fermée au droit de sa partie inférieure par un fond encastré 5 au moyen d'un joint annulaire en pisé réfractaire représenté en 6.

La partie cylindrique présente, à peu près à mi-hauteur de l'ensemble, une ceinture de renfort habituelle 7 pourvue de deux tourillons 8 et 8' diamétralement opposés assurant le support du creuset et permettant son basculement autour de l'axe de basculement symbolisé en 9. Par ailleurs, une lance verticale 10 pour le soufflage d'oxygène par le haut pénètre axialement dans le creuset en passant par l'ouverture du bec.

Comme on le voit, le fond 5 du creuset est équipé d'injecteurs de gaz de brassage 15 et 18 qui, en l'espèce, sont des éléments réfractaires aéroparméables incorporés dans le maçonnerage réfractaire du fond.

On rappelle que ces éléments, qui ne font pas partie de l'objet spécifique de l'invention, sont habituellement constitués d'un réceptacle métallique 11 à l'intérieur duquel est placé une masse réfractaire aéroparméable 12 conçue de façon à pouvoir être traversée par un gaz sous pression. Le gaz arrive par une tubulure d'amenée 13 prévue à la base de l'élément et entre dans le bain par la face opposée 14 destinée à être mise au contact de ce dernier.

On souligne par ailleurs que, pour des raisons de commodité évidente, ces éléments viennent en substitution de briques ordinaires constitutives du fond et qu'à cet égard, ils présentent avantageusement une forme identique et un format identique, ou très légèrement inférieur, respectivement à la forme et au format des briques qu'ils remplacent.

Conformément à une caractéristique de l'invention, les éléments réfractaires aéroparméables

sont différenciés en deux catégories identifiables par leur localisation géométrique sur le fond 5:

- 5 – une première catégorie composée des éléments 15, séparés en deux groupes équivalents diamétralement opposés et disposés à la périphérie du fond 5, au voisinage immédiat de la paroi latérale 3 selon un cercle imaginaire 16 centré sur le milieu du fond, indiqué en 17 sur les figures;
- 10 – une deuxième catégorie constituée des éléments 18, également séparés en deux groupes équivalents diamétralement opposés et placés en position intermédiaire entre les éléments périphériques 16 et le centre 17, selon un cercle imaginaire 19, concentrique au premier cité.

Avant de poursuivre, il importe de rappeler que, conformément à l'objet principal de l'invention, seuls les éléments périphériques 15 sont indispensables; les éléments 18 n'étant prévus qu'accessoirement en tant qu'éléments complémentaires, confèrent au procédé une plus grande souplesse quant à la gamme des débits totaux de gaz de brassage pouvant être injectés et quant à une modulation possible des débits selon différentes zones d'injection sur le fond 5.

A ce titre, on voit qu'il est prévu, sous le fond et à faible distance, deux nourrices circulaires concentriques 20 et 21 alimentant par les tubulaires 13 convenablement disposées, respectivement les éléments 15 et les éléments 18 en gaz de brassage.

Ces nourrices sont elles-mêmes alimentées en gaz par les conduites principales 22 et 23 qui remontent le long de la partie cylindrique et traversent le tourillon 8 percé à cet effet, pour rejoindre une source de gaz sous pression symbolisée en 24. Celle-ci est munie d'accessoires pour régler séparément les débits gazeux dans les éléments 15 et 18 et sur lesquels on reviendra plus en détail par la suite.

Comme on le voit clairement sur la figure 2, les éléments périphériques 15 ne sont pas répartis régulièrement selon la circonférence 16, mais sont concentrés au droit de l'axe 9 des tourillons.

Une telle disposition résulte des considérations suivantes:

on a tracé en 25 et 26 deux droites perpendiculaires au plan de basculement symbolisé en 27 et qui correspondent concrètement à l'intersection de la surface du bain avec le fond 5 du creuset lorsque ce dernier est en position basculée, soit d'un côté pour le décrassage du laitier, soit de l'autre pour la coulée du métal.

Ces traces qui, sur les creusets habituels à soufflage par le haut, sont à égale distance du centre 17, définissent donc entre elles une région du fond qui n'est plus en contact avec le bain en fusion quand le creuset est dans l'une ou l'autre de ses positions de basculement.

Dès lors, on comprend que si l'on souhaite, conformément à une réalisation préférée de l'invention, soustraire les éléments 15 au contact du bain lors des opérations de vidange du creuset, il faut les localiser sur les portions du cercle 16 délimitées par les traces 25 et 26.

Il est bien entendu que les positions de ces traces ne sont pas déterminables à l'avance une fois pour toutes, mais peuvent varier empiriquement d'une installation à l'autre en fonction notamment de la taille du creuset, de la forme de son bec ou de son degré de remplissage.

Les indications qui précèdent sont également applicables aux éléments secondaires 18. Cependant, étant donné que ceux-ci n'ont pas à être impérativement placés très à l'écart du centre 17, il résulte que l'on pourra avantageusement les disposer selon un cercle entièrement compris entre les traces 24 et 25, c'est-à-dire, comme le montre la figure 2, selon un cercle tel que 19 dont le diamètre est légèrement inférieur à la largeur de la bande du fond définie par ces deux traces.

Toutefois, il est souvent suffisant, compte-tenu des besoins en débit de gaz de brassage, de prévoir des éléments secondaires 18 seulement sur une portion du cercle 19.

Dans ce cas, il est préférable de les disposer le plus éloigné possible des éléments 15 de manière à répartir au mieux la zone de soufflage sur le fond 5.

Une telle disposition est bien représentée sur la figure 2, où l'on voit que les éléments 18 ont été placés au voisinage du plan de basculement 27, selon des orientations sensiblement perpendiculaires à celles des éléments primaires 15.

On va maintenant donner, en référence au tableau de valeurs ci-après, des indications relatives à des essais de mise en œuvre de l'invention à l'échelle industrielle.

Essais	<u>N</u> (ppm)
L. D. classique (LDAC, OLP)	20
LBE selon la pratique antérieure	25-30
LBE selon l'invention:	
– avec couronne de soufflage périphérique unique	20
– avec soufflage périphérique et soufflage médian séquentiels	20

Ces essais ont été effectués sur un creuset classique à soufflage d'oxygène par le haut selon la technique traditionnelle du procédé «L.D.» et ayant une capacité de 310 tonnes.

En marche habituelle (sans soufflage par le fond), le métal après affinage et avant coulée présente assez régulièrement une teneur en azote très voisine de 20 ppm (parties par million) – 1ère ligne du tableau –.

Le fond du creuset a été, dans un premier temps, équipé de douze éléments réfractaires aéropérméables disposés selon la technique antérieure, c'est-à-dire régulièrement répartis selon un cercle à peu près à mi-distance entre le centre du fond et la paroi réfractaire latérale.

Les résultats obtenus après 250 charges montrent une teneur moyenne du bain en azote de 25 à 30 ppm (ligne 2 du tableau). Ces charges ont porté sur des nuances d'acier dont les teneurs en carbone se situaient dans une gamme allant de 25

à 105 millièmes de pourcent. Les dispersions maximales de la teneur en azote ont été observées pour les nuances comprises entre 70 et 100 millièmes de pourcent en carbone et se sont montées à près de 35 ppm au-dessus de la valeur indiquée ci-dessus. Dans ces conditions, un nombre non-négligeable de coulées ont dû être déclassées pour cause de nitruration excessive. Par la suite, les douze éléments réfractaires aéropérméables ont été montés dans le fond selon une géométrie conforme à la caractéristique essentielle de l'invention, c'est-à-dire selon une couronne circulaire, au voisinage immédiat de la paroi réfractaire latérale. Toute chose étant égale par ailleurs et pour les mêmes conditions opératoires que précédemment, les essais, qui ont porté sur un nombre de charges bien moindre, ont été néanmoins suffisants pour obtenir des résultats statistiques significatifs.

Ces résultats ont montré que la nitruration du bain s'est maintenue constamment à des valeurs de 20 ppm (ligne 3 du tableau) avec une dispersion réduite n'ayant entraîné aucun déclassement.

On retrouve là des résultats pratiquement identiques à ceux obtenus sans soufflage de gaz de brassage (1ère ligne du tableau) et on peut donc conclure que l'invention rend le bain métallique quasiment «transparent» à l'azote de brassage.

Une troisième série d'essais a été réalisée en respectant le mode d'implantation des douze éléments aéropérméables, tel que décrit auparavant en référence aux figures, c'est-à-dire selon une disposition en deux catégories 15 et 18.

Suite à une injection de gaz menée selon un schéma opérationnel qui sera précisé par la suite, les résultats ont montré une tendance à la nitruration qui est restée limitée à 20 ppm environ (ligne 4 du tableau) et ceci malgré l'activation des éléments aéropérméables 18 en disposition médiane.

En fait, ces résultats ont pu être obtenus grâce à un schéma de soufflage qui a consisté essentiellement en une modulation des débits soufflés par les éléments des deux catégories, en fonction de l'état d'avancement de l'opération d'affinage. Plus précisément, seuls les éléments périphériques ont été activés au cours de la phase de fin de décarburation du bain, les autres éléments n'ayant été également sollicités qu'après l'achèvement de cette phase.

Bien entendu, un tel schéma opératoire a pu être mis en œuvre grâce à un système permettant des alimentations séparées de chaque catégorie d'éléments.

Un système de ce type a été schématiquement représenté sur la partie droite de la figure 1. Il comprend, entre la source unique 24 d'azote sous pression et les deux conduites d'alimentation principale 22 et 23, un groupe électropneumatique composé, depuis la sortie de la source, d'un compteur volumétrique général 28 débitant dans deux circuits en parallèle, équipé chacun d'une électrovanne 29 (29') à commande «tout ou rien», suivi d'un sous-ensemble 30 (30') regroupant des

composants classiques pour régler le débit à partir d'une valeur de consigne fixe ou variable.

Le tout est relié aux conduites 22 et 23 par un raccord circulaire étanche 31 à deux passages concentriques au niveau du tourillon 8 et permettant l'immobilisation du système d'alimentation malgré les mouvements du creuset sur son axe de basculement.

En ce qui concerne le mode opératoire, il est utile de rappeler que l'homme de métier, par la seule expérience qu'il a acquise dans la pratique de l'affinage à l'oxygène soufflé par le haut, connaît à tout moment l'état d'avancement des réactions métallurgiques à l'intérieur du creuset et peut par conséquent agir manuellement sur les commandes 29 et 29' en toute connaissance de cause.

Il demeure cependant que l'invention se prête parfaitement à son intégration dans un système de contrôle automatique assisté par un ordinateur, tel que symbolisé en 32 et commandant les électrovannes 29 et 29' à partir d'un capteur 33 mesurant les paramètres représentatifs de l'état d'avancement de l'opération d'affinage, donc de la tendance à la nitruration du bain, comme par exemple la température des gaz de réaction et leur composition, notamment en oxyde de carbone.

Il va de soi que l'invention ne saurait se limiter aux exemples décrits en référence aux figures, mais s'étend à toutes variantes ou à tous équivalents dans la mesure où sont reproduites les caractéristiques contenues dans les revendications jointes.

En particulier, l'invention s'applique non seulement au cas de l'azote, mais à tout autre gaz de brassage azoté susceptible de se dissoudre dans le métal en fusion contenu dans le creuset et dont la qualité finale n'est pas insensible à sa concentration en ce gaz.

Ainsi, l'invention, dans sa variante de réalisation à deux catégories d'injecteurs géométriquement différenciés, apparaît, non seulement comme une technique de diminution de la nitruration d'un bain d'acier brassé à l'azote, mais encore, et de façon beaucoup plus générale, comme une technique de contrôle de taux de dissolution d'un gaz de brassage azoté dans un bain en fusion, quelles que soient les natures respectives de ce gaz et de ce bain.

A cet égard, l'invention n'est pas limitée non plus à deux catégories d'injecteurs mais s'étend à un nombre supérieur, sachant que la tendance à la dissolution augmente lorsqu'on active les injecteurs proches du centre du fond et diminue lorsqu'on se rapproche de la paroi réfractaire latérale.

Par ailleurs, ces injecteurs ne sont pas obligatoirement des entités fonctionnelles préformées, mais peuvent fort bien ne présenter aucune individualité propre en tant que tels et apparaître au cours de la construction même du fond du creuset, par exemple au moyen de briques réfractaires profilées spécialement de façon à ménager entre elles, une fois juxtaposées, des interstices réservés

au soufflage du gaz, ainsi que le décrit notamment le brevet américain n° 2 456 798 (SLICK).

De même, il est clair que la source de gaz de brassage sous pression n'est pas obligatoirement unique, mais peut être décuplée à volonté, et notamment en autant de fois que le nombre de catégories d'injecteurs.

Revendications

1. Procédé d'affinage d'un bain de métal dans un creuset à soufflage d'oxygène par le haut et selon lequel on injecte par le bas du creuset un gaz de brassage azoté caractérisé en ce que, en fonction de la tendance à la dissolution du gaz de brassage dans le bain métallique, on injecte le gaz de brassage au moyen d'éléments réfractaires aéroperméables disposés à la périphérie du fond du creuset au voisinage immédiat de sa paroi latérale quand ladite tendance est trouvée importante, et quand la tendance à la dissolution est trouvée faible on injecte éventuellement le gaz de brassage par la partie centrale du fond située sensiblement à mi-distance entre le centre du fond et la paroi latérale du creuset, l'injection périphérique étant alors maintenue ou supprimée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'injection périphérique est faite par la partie du fond du creuset comprise entre deux droites représentatives de l'intersection du fond avec la surface du bain lorsque le creuset est en ses positions basculées.

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'injection périphérique du gaz de brassage est faite dans la partie du fond au voisinage immédiat de l'aplomb de l'axe de basculement du creuset.

4. Procédé selon les revendications 1, 2 ou 3 et selon lequel le gaz de brassage est de l'azote, caractérisé en ce qu'on détermine au cours de l'affinage les paramètres indicatifs de la tendance à la nitruration du bain par une mesure de l'état d'avancement de la décarburation du bain.

5. Creuset d'affinage à l'oxygène soufflé par le haut pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il présente, incorporés à son revêtement réfractaire, des injecteurs constitués par des éléments réfractaires aéroperméables pour l'insufflation du gaz de brassage localisés dans le fond du creuset, selon une couronne périphérique située au voisinage immédiat de la paroi réfractaire latérale dudit creuset, et éventuellement également des injecteurs secondaires localisés en position médiane intermédiaire entre le centre du fond du creuset et la couronne périphérique et en ce que des moyens sont prévus pour alimenter séparément les injecteurs de la couronne périphérique et les injecteurs en position médiane.

6. Creuset selon la revendication 5, caractérisé en ce que les injecteurs sont localisés dans le fond du creuset dans une région comprise entre les deux traces de la surface du bain sur le fond du creuset lorsque celui-ci est placé respectivement en ses deux positions basculées.

7. Creuset selon la revendication 6, caractérisé en ce que les injecteurs de la couronne périphérique sont concentrés au voisinage de l'aplomb de l'axe de basculement et en ce que les injecteurs en position médiane sont concentrés au voisinage immédiat du plan de basculement du creuset selon une orientation sensiblement perpendiculaire à celle desdits injecteurs de la couronne périphérique.

Claims

1. Method of refining a bath of metal in a crucible with oxygen blown through the top and according to which a nitrogenous stirring gas is injected through the base of the crucible, characterised in that, according to the tendency of the stirring gas to dissolve in the bath of metal, the stirring gas is injected by means of refractory elements permeable to gas arranged at the periphery of the bottom of the crucible in the immediate vicinity of its lateral wall when said tendency is found to be considerable, and when the tendency to dissolve is found to be slight the stirring gas is injected if required through the central part of the bottom situated substantially half way between the centre of the bottom and the lateral wall of the crucible, peripheral injection being then maintained or suppressed.

2. Method as claimed in claim 1, characterised in that peripheral injection is accomplished through the part of the bottom of the crucible included between two straight lines representing the intersection of the bottom with the surface of the bath when the crucible is in its tilted positions.

3. Method as claimed in claims 1 or 2, characterised in that peripheral injection of the stirring gas is accomplished in the part of the bottom in the immediate vicinity of a point plumb with the axis of tilting of the crucible.

4. Method as claimed in claims 1, 2 or 3 and according to which the stirring gas is of nitrogen, characterised in that during the course of refining the parameters indicative of the tendency to nitriding of the bath are determined by a measurement of the state of advancement of the decarbonisation of the bath.

5. Refining crucible with oxygen blown through the top for the implementation of the method according to claim 1, characterised in that it has, incorporated in its refractory lining, injectors consisting of refractory elements permeable to gas for the insufflation of the stirring gas located in the bottom of the crucible, according to a peripheral ring situated in the immediate vicinity of the lateral refractory wall of said crucible, and if required also secondary injectors located in a median position intermediate between the centre of the bottom of the crucible and the peripheral ring and in that means are provided for supplying separately the injectors of the peripheral ring and the injectors in a median position.

6. Crucible as claimed in claim 5, characterised in that the injectors are located in the bottom of the crucible in a region included between the two

outlines of the surface of the bath on the bottom of the crucible when the latter is placed in its two respective tilted positions.

7. Crucible as claimed in claim 6, characterised in that the injectors of the peripheral ring are concentrated in the vicinity of a point plumb with the axis of tilting and in that the injectors in a median position are concentrated in the immediate vicinity of the plane of tilting of the crucible according to an orientation substantially perpendicular to that of said injectors of the peripheral ring.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Frischen einer Metallschmelze in einem Tiegel unter Aufblasen von Sauerstoff, worin durch den Tiegelboden ein der Durchmischung des Bades dienendes stickstoffhaltiges Gas eingeblasen wird, dadurch gekennzeichnet, dass man in Abhängigkeit von der Lösungstendenz des Durchmischungsgases im Metallbad das Durchmischungsgas mit Hilfe von feuerfesten, luftdurchlässigen Elementen, die am Umfang des Tiegelbodens in unmittelbarer Nähe zur Tiegelwandung angeordnet sind, einbläst, wenn diese Lösungstendenz als beträchtlich festgestellt wird, und dass man dann, wenn die Lösungstendenz als gering festgestellt wird, das Durchmischungsgas gegebenenfalls durch den mittleren Bereich des Bodens, der sich im wesentlichen auf halbem Abstand zwischen dem Mittelpunkt des Bodens und der Seitenwandung des Tiegels befindet, einbläst, wobei das am Umfang erfolgende Einblasen beibehalten oder unterdrückt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das am Umfang erfolgende Einblasen durch jenen Teil des Tiegelbodens erfolgt, der durch zwei Gerade begrenzt wird, die den Schnitt des Bodens mit der Badoberfläche darstellen, wenn sich der Tiegel in seinen Schwenkstellungen befindet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das am Umfang erfolgende Einblasen des Durchmischungsgases durch jenen Teil des Tiegelbodens erfolgt, der in unmittelbarer Nähe zur lotrechten Ebene durch die Schwenkachse des Tiegels liegt.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, in welchem das Durchmischungsgas Stickstoff ist, dadurch gekennzeichnet, dass man während des Frischens die die Nitrierung des Bades anzeigenden Parameter durch eine Messung der fortschreitenden Entkohlung des Bades ermittelt.

5. Frischtiegel für von oben aufgeblasenen Sauerstoff zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass er in seiner feuerfesten Auskleidung aus feuerfesten, luftdurchlässigen Elementen bestehende Düsen zum Einblasen eines Durchmischungsgases aufweist, die im Tiegelboden längs eines in unmittelbarer Nähe der feuerfesten Wandung des Tiegels gelegenen Umfangskranzes angeordnet sind, und

gegebenenfalls sekundäre Düsen aufweist, die in einem mittleren Bereich zwischen dem Mittelpunkt des Tiegelbodens und dem peripheren Kranz angeordnet sind, und dass Einrichtungen zur getrennten Speisung der Düsen des peripheren Kranzes und der Düsen im mittleren Bereich vorgesehen sind.

6. Tiegel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen in einem Bereich des Tiegelbodens angeordnet sind, der durch die beiden Schnittlinien der Badoberfläche mit dem Tiegelboden begrenzt wird, wenn sich der Tiegel in

der einen bzw. der anderen seiner beiden Schwenkstellungen befindet.

7. Tiegel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen des peripheren Kranzes in der Nähe der Schnittlinie der durch die Schwenkachse gelegten lotrechten Ebene mit dem Tiegelboden konzentriert sind und dass die Düsen des mittleren Bereiches in unmittelbarer Nähe zur Schwenkebene des Tiegels gemäss einer Orientierung konzentriert sind, die sich im wesentlichen senkrecht zu jener der Düsen des peripheren Kranzes erstreckt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

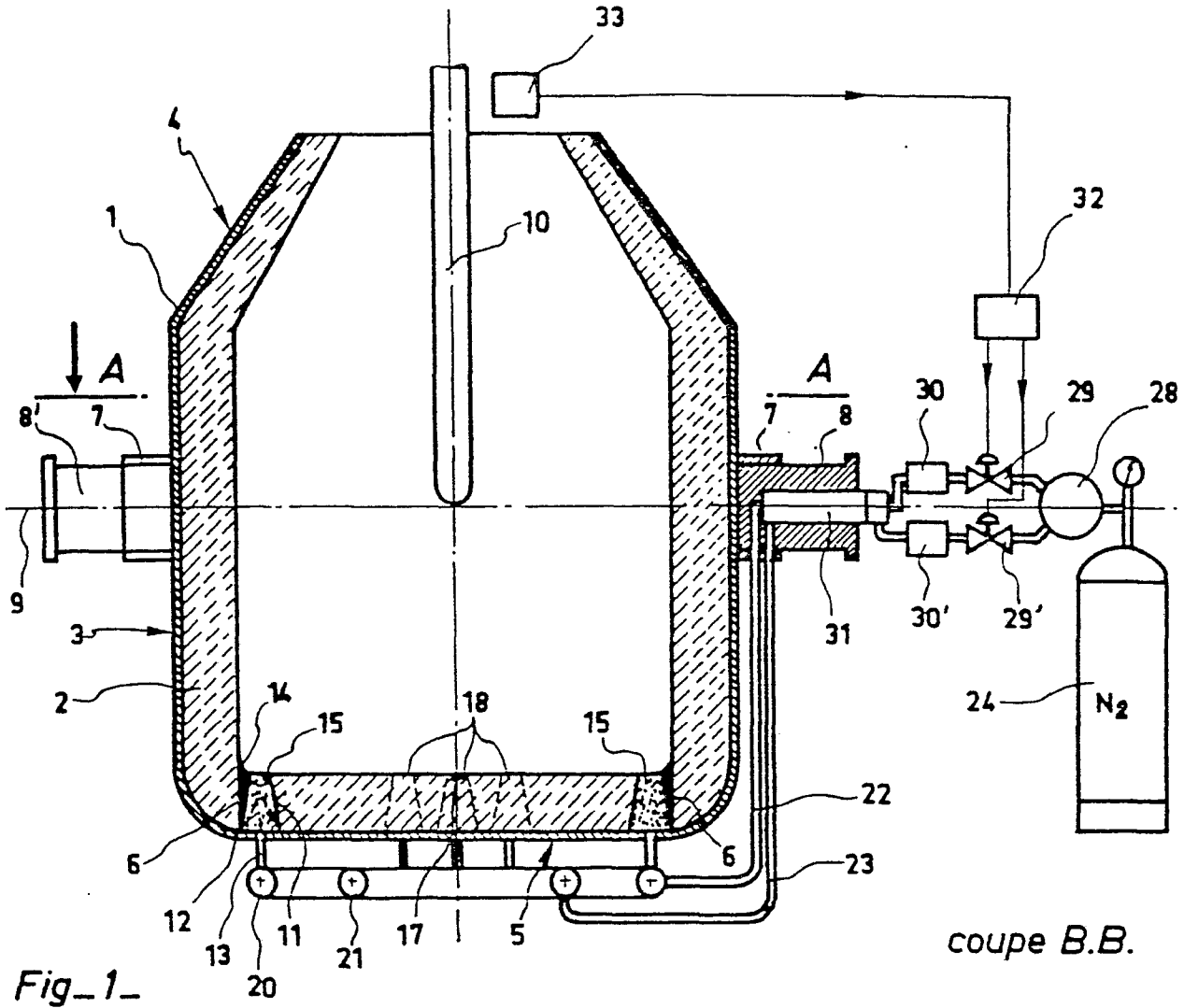
50

55

60

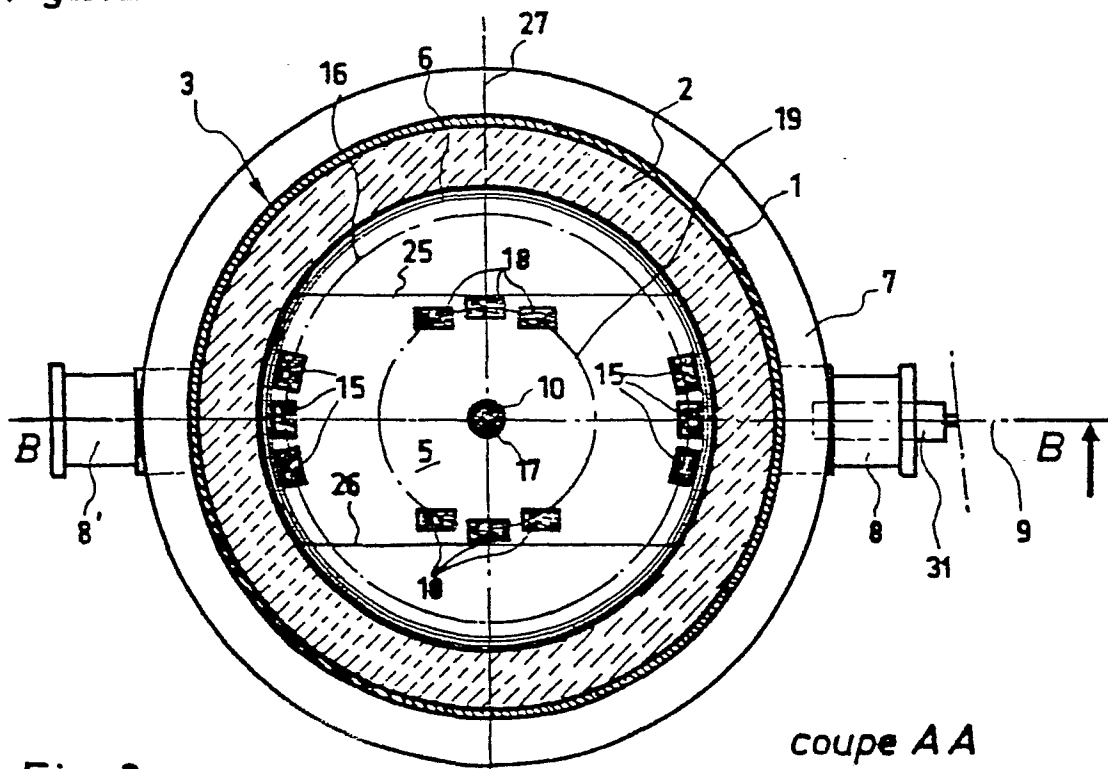
65

8



Fig_1_

coupe B.B.



Fig_2_

coupe A A