

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 80401900.8

(51) Int. Cl.³: **C 21 C 5/32**
C 22 B 9/05

(22) Date de dépôt: 31.12.80

(30) Priorité: 09.01.80 LU 82069

(43) Date de publication de la demande:
22.07.81 Bulletin 81/29

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

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

(71) Demandeur: **ARBED S.A.**
Avenue de la Liberté
Luxembourg(LU)

(72) Inventeur: **Grosjean, Jean-Claude**
8, rue des Pavillons
F-57210 Semecourt(FR)

(72) Inventeur: **Denier, Guy**
87 bis, rue G. Ducrocq
F-57000 Metz(FR)

(72) Inventeur: **Bauler, Claude**
Parc de Barqueroute Allée no 6
F-13620 Carry le Rouet(FR)

(72) Inventeur: **Metz, Paul**
18 rue J.P. Brasseur
Luxembourg(LU)

(72) Inventeur: **Schleimer, Francois**
3 rue Bessemer
Esch/Alzette(LU)

(72) Inventeur: **Lorang, Lucien**
73 rue de Lasauvage
Differdange(LU)

(72) Inventeur: **Goedert, Ferdinand**
10 rue Bessemer
Esch/Alzette(LU)

(72) Inventeur: **Henrion, Romain**
11 Bvd Winston Churchill
Esch/Alzette(LU)

(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)

(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.

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

L'invention consiste fondamentalement à prévoir dans le fond (5) du creuset des injecteurs (15) de gaz de brassage localisés au moins selon une couronne circulaire périphérique (16) située au voisinage immédiat de la paroi réfractaire latérale (3). De préférence, les injecteurs (15) sont concentrés au droit des tourillons (8 et 8'). De préférence encore, des injecteurs secondaires (18) sont également prévus dans la zone du fond, intermédiaire entre la couronne (16) et le centre (17).

L'invention permet, par rapport à la pratique d'injection antérieure, de réduire le taux de dissolution du gaz de bras-

sage dans le métal en fusion et permet donc d'utiliser un gaz de brassage de faible coût, tel que l'azote sans risque de nitruration excessive du bain.

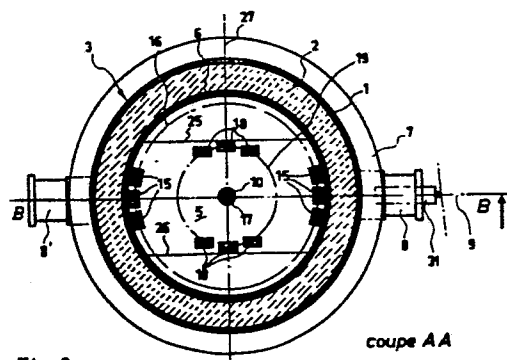


Fig-2-

coupe AA

PROCEDE D'AFFINAGE D'UN BAIN DE METAL DANS UN CREUSET A SOUFFLAGE D'OXYGENE
PAR LE HAUT ET CREUSET DE MISE EN OEUVRE

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 encastré 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. Mais, il n'est pas exclu d'utiliser un gaz réactif, tel l'oxygène ou le CO_2 , 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.

On sait que les effets bénéfiques qu'on peut en attendre sont notamment une conduite du soufflage plus aisée, une amélioration du rendement en fer et de la qualité 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 ($\frac{\% \text{CO}}{\% \text{CO} + \% \text{CO}_2}$) lorsque, comme le décrit par exemple la demande de brevet luxembourgeois n° 81 207, le procédé est mis en oeuvre 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, peuvent être des tuyères à faible section de passage (de quelques mm²) ou, de préférence, 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
5 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
10 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.

15 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
20 géométriques auxquelles doit répondre un tel brassage. De plus, ce choix peut être mis en oeuvre 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
25 par le haut et selon lequel on insuffle par le bas un gaz de brassage, procédé caractérisé en ce que l'on insuffle le gaz de brassage au moins en partie à la périphérie du fond du creuset, au voisinage immédiat de la paroi latérale de ce dernier.

L'invention a également pour objet un creuset particulier pour la mise
30 en oeuvre du procédé caractérisé en ce qu'il présente, incorporés à son revêtement réfractaire, des injecteurs pour l'insufflation du gaz de brassage localisés dans le fond du creuset, le long d'un cercle situé au voisinage immédiat de la paroi latérale de ce dernier.

Jusqu'ici, on avait coutume de répartir les injecteurs dans le fond du
35 creuset selon une disposition circulaire à peu près à mi-distance entre le centre du fond et la paroi latérale. Cette disposition représentait 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
39 situent dans la région centrale de la surface du bain.

La mise en oeuvre 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 oeuvre 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
5 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 prati-
10 quement 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
15 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.

20 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. On en comprend aisément l'avantage lorsque les injecteurs sont des tuyères, mais le bénéfice obtenu n'est pas pour autant négligeable dans
25 le cas d'éléments réfractaires aéroperméables, 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.

30 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
35 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
39 plan de basculement, de part et d'autre et selon une direction parallèle ou

sensiblement parallèle à l'axe de basculement et, de toutes façons, 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.

5 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,

10 - 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
15 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
20 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,
25 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 aéroperméables incorporés dans le maçonnerage réfractaire du fond.

30 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 aéroperméable 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
35 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
39 du fond et qu'à cet égard, ils présentent avantageusement une forme identi-

que 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 aéroperméables sont différenciés en deux catégories identifiables
5 par leur localisation géométrique sur le fond 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
15 principal de l'invention, seul 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
20 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.

25 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
30 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 :

35 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
39 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.

5 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.

10 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.

15 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.

20 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.

25 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.

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

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

15 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
20 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 aéroperméables 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.

25 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 portées 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
30 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 aéroperméables ont été montés dans le fond selon une géométrie conforme à la caractéristique
35 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
39 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 aéroperméables, 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 aéroperméables 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 oeuvre 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.

5 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
10 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
15 dans les revendications jointes.

En particulier, l'invention s'applique non seulement au cas de l'azote, mais à tout autre gaz de brassage 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.

20 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 dans un bain en
25 fusion, quelques 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.

30 Par ailleurs, ces injecteurs ne sont pas obligatoirement des entités fonctionnelles préformées (tuyères ou éléments réfractaires aéroperméables), 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
35 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
39 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, caractérisé en ce que l'on injecte le gaz de brassage au moins à la périphérie du fond du creuset, au voisinage immédiat de la paroi latérale de ce dernier.
- 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on injecte le gaz de brassage 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'on injecte le gaz de brassage à la périphérie du fond au voisinage immédiat de l'aplomb de l'axe de basculement du creuset.
- 4) Procédé selon les revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que l'on injecte également le gaz de brassage par une partie médiane du fond entre le centre dudit fond et sa périphérie.
- 5) Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on détermine au cours de l'affinage les paramètres indicatifs de la tendance à la dissolution du gaz de brassage dans le bain métallique et que l'on réagit suivant la réponse obtenue en modifiant les conditions géométriques de l'injection du gaz de brassage par le fond entre une injection périphérique et une injection médiane.
- 6) Procédé selon la revendication 5 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.
- 7) Creuset d'affinage à l'oxygène soufflé par le haut pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il présente, incorporées à son revêtement réfractaire, des injections pour l'insufflation du gaz de brassage localisées dans le fond du creuset, au moins selon une couronne périphérique située au voisinage immédiat de la paroi réfractaire latérale dudit creuset.
- 8) Creuset selon la revendication 7, caractérisé en ce que le fond présente au moins une seconde couronne d'injecteurs secondaires localisée 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 chacune des couronnes d'injecteurs de brassage.
- 9) Creuset selon les revendications 7 ou 8, 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.

- 5 10) Creuset selon la revendication 9, 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 de la couronne 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.

