(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 632 971**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **88 08479**

(51) Int Cl⁴ : C 21 C 7/068.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 17 juin 1988.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 51 du 22 décembre 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *VALLOUREC INDUSTRIES et SAVOIE REFRACTAIRES.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Philippe Barthélémy ; Christian Naturel.

(73) Titulaire(s) :

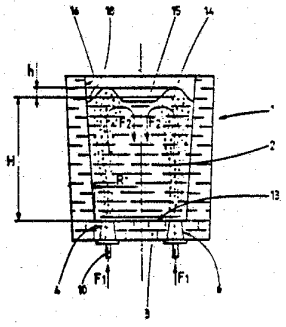
(74) Mandataire(s) : Jean-Paul Desolneux, Setval.

(54) Procédé de traitement des aciers liquides par injection de gaz à travers le fond de poche.

(57) Le procédé concerne le traitement en poche des aciers liquides par injection de gaz à travers le fond de poche.

Il consiste à injecter au moins un gaz inerte à partir d'emplacements répartis dans le fond de poche 3 de façon à former à la surface de l'acier liquide un renflement annulaire 14 dont le bord extérieur 18 est proche du bord intérieur 16 du garnissage de la paroi de la poche 1.

On peut mélanger au gaz inerte un gaz oxydant pour décarburer. On applique en particulier le procédé au traitement des aciers au carbone.



FR 2 632 971 - A1

2632971

PROCEDE DE TRAITEMENT DES ACIERS LIQUIDES PAR INJECTION DE GAZ A TRAVERS LE FOND DE POCHE.

Le procédé et le dispositif qui font l'objet de l'invention concernent le traitement de l'acier liquide en poche au moyen de gaz injecté à partir d'éléments particuliers d'insufflation judicieusement disposés dans le fond de la poche pour assurer notamment des traitements de déshydrogénation, décarburation, renitruration des aciers en particulier des aciers inoxydables et décantation des inclusions de calmage.

Le traitement en poche des aciers liquides par injection de gaz à travers le fond de poche ou par l'intermédiaire de lances immergées est utilisé industriellement depuis une vingtaine d'année dans le but d'homogénéiser la température du métal, de le désulfurer au contact du laitier et de le débarrasser des inclusions de calmage.

L'article de Grabner et Hoffgen "Einsatz und Verschleiss von Spülsteinen in der Sekundärmetallurgie" dans RADEX RUNDSCHAU, Heft 3, 1983, pages 179-209 passe en revue les conditions de mise en oeuvre habituelle de cette technique et ses applications, les débits de gaz argon ou azote utilisés ainsi que le modèle et le nombre des bouchons poreux utilisés. Ceux-ci sont en général coniques en nombre de 1 ou 2 et sont situés en général au 2/3 du rayon de la poche à partir de son centre. La surface totale de ces bouchons poreux au contact de l'acier liquide est comprise entre 25 et 190 cm^2 suivant la taille de la poche et les débits utilisés sont compris entre 3 et 10 litres par minute et par cm^2 de surface de bouchon poreux au contact avec le métal liquide.

On trouvera également dans Electric Furnace Steel Making volume II Theory and Fundamentals par D.C. Hilty R.W, FARLEY et DJ GARDE édition 1967 par E. SIMS les éléments de thermodynamique nécessaires à la compréhension du mécanisme de la décarburation sous pression partielle de CO - pages 124, 125 et 171 à 175 - pour les aciers à forte teneur en chrome.

On trouvera dans la Revue de Métallurgie de janvier 1986 pages 25 à 41 par C. Gatelier et H. Gaye des considérations thermodynamiques concernant plus particulièrement les échanges entre l'acier liquide et les gaz hydrogène et azote, le dimensionnement des bulles

de gaz émises ainsi que le mode de calcul de leur vitesse ascensionnelle.

Toutefois malgré les efforts tentés en augmentant les débits de gaz utilisés classiquement avec les bouchons poreux connus et la durée du traitement aux limites permises par les pertes de température en poche on ne peut assurer ni la décantation complète des inclusions ni une déshydrogénation suffisante ni la renitruration des aciers inoxydables à l'azote à la valeur voulue ni la décarburation sous faible pression partielle de CO pour l'obtention des très basses teneurs en carbone inférieures à 0,025 % en masse pour les aciers inoxydables ou au carbone, les volumes du mélange argon oxygène étant tels que les bouchons poreux classiques n'assurent pas le débit suffisant, l'élévation de température au niveau de ces bouchons résultant de la combustion étant par ailleurs trop élevée.

C'est ainsi que pour déshydrogéner les aciers la technique actuelle consiste dans son principe général à soumettre le métal à un vide - 1 torr en général - en renouvelant constamment les couches d'acier de façon à ce que la pression partielle d'hydrogène dissous dans le métal soit toujours supérieure à celle de l'hydrogène dans le niveau de vide considéré et que de ce fait l'hydrogène puisse diffuser.

La renitruration des aciers inoxydables à l'azote (0,1 à 0,4 % en masse d'azote) quoique déjà effective au convertisseur AOD (Argon oxygen decarburising Process) par le remplacement de l'argon par l'azote comme gaz de dilution du CO formé n'est pas suffisante et doit être complétée par des additions finales en général de ferrochrome nitruré très couteuses.

La fabrication des aciers à très bas carbone inférieur à 0,025 % en masse ou des aciers à forte teneur en chrome pour lesquels la combustion du carbone doit se faire sous une pression partielle de CO inférieure à l'unité, pression fonction de la teneur en carbone et de la température afin de limiter le degré d'oxydation du métal, est effectuée soit dans des convertisseurs AOD dans lesquels la pression partielle de CO est obtenue par dilution soit dans des installations de dégazage sous vide dans lesquelles on souffle de l'oxygène à la lance et à la pression voulue pour obtenir la pression de CO désirée.

Ces appareils sont fréquemment appellés dans la littérature spécialisée RH-OB ou VOD.

Actuellement les aciers à roulement après un premier traitement de décantation des inclusions en poche subissent une opération complémentaire en général à l'élévateur sous vide (R.H) dans lequel le taux de circulation du métal est très élevé. Cette circulation se fait sous un régime d'écoulement turbulent ce qui augmente la probabilité qu'ont les inclusions élémentaires d'alumine, dont la taille est voisine du micron, de s'agglomérer et d'avoir la taille suffisante pour décanter dans l'acier liquide par différence de densité ou de s'accrocher au paroi de réfractaire.

On connaît par le certificat d'utilité FR 2223467 un procédé pour mettre en circulation non plus dans un appareil sous vide mais dans une poche la totalité d'un bain de fonte par voie pneumatique. Ce procédé vise à introduire au sein même de la masse de fonte les agents désulfurants tels que du carbure de calcium ou des agents inoculants de graphitisation. Ces agents ayant une densité 2 à 3 fois inférieure à celle de la fonte imposent au courant de fonte central dirigé de haut en bas une vitesse supérieure à celle de la remontée desdits agents, ce qui impose un anneau poreux dont la largeur peut atteindre le quart du diamètre intérieur de la poche soit les trois/quart de la surface du fond de la poche.

Comme on le verra par la suite le but de la présente invention est tout autre que celui recherché dans le FR 2223467 puisque on cherche dans la présente invention à multiplier les surfaces d'échange métal gaz en gardant l'individualité de chacune des petites bulles émises et leur faible vitesse ascensionnelle et qu'on cherche également à concentrer le laitier au centre de la surface libre supérieure du métal liquide pour que ce laitier ne puisse pas être entraîné au sein même de l'acier liquide. Ceci exige des surfaces de brassage très inférieures aux surfaces ci-dessus indiquées, des débits de gaz bien spécifiques, un positionnement précis des éléments de brassage et une porosité adaptée.

La particularité des installations industrielles citées précédemment est d'exiger des investissements extrêmement importants causant de grandes pertes thermiques imposant souvent le réchauffage du métal

soit par alumino ou silicothermie (RH-OB et AOD) soit par des arcs électriques en poche. Les frais de traitement sont donc élevés.

On a recherché dans le procédé de traitement en poche qui fait l'objet de la présente invention à multiplier dans la poche de traitement les surfaces de contact entre le métal liquide et le gaz de traitement ainsi qu'à augmenter le temps de séjour de ce gaz dans le métal en évitant aux bulles émises dont le volume est voisin de 0,5 cm^3 de coalescer ce qui leur permet d'avoir une faible vitesse ascensionnelle et une très grande surface d'échange gaz-métal.

On a recherché également à utiliser les débits de gaz importants nécessités par le fort volume de gaz nécessaire à la déshydrogénation dans un laps de temps court pour minimiser les pertes thermiques dues à la durée du traitement.

On a recherché aussi à obtenir l'intumescence la plus calme et la mieux répartie en surface libre du métal liquide compte tenu du fort débit de gaz utilisé de façon à éviter les projections d'acier liquide et la fragmentation puis les entraînements de laitier au sein même du métal.

On a recherché également à mettre en circulation en régime d'écoulement turbulent la majorité de l'acier liquide contenu dans la poche pour augmenter la probabilité de rencontre des inclusions élémentaires solides à la température de l'acier liquide tel que l'alumine ou les nitrures de titane pour que celles-ci puissent s'agglomérer beaucoup plus rapidement et obtenir la taille suffisante pour décanter ou s'accrocher sur les parois en réfractaires de la poche.

On a recherché également à concentrer le laitier liquide au centre de la surface de la poche, là où la vitesse de circulation de l'acier est la plus faible.

On a recherché également dans le cas de l'insufflation d'un mélange à base d'oxygène à répartir la chaleur résultant de sa combustion pour éviter l'échauffement à des températures trop élevées mettant en danger la durée de vie des réfractaires d'insufflation et à ce que les calories dégagées par la combustion de l'oxygène au nez des trous d'insufflation soient rapidement balayées par l'acier liquide moins

chaud en provenance de la partie supérieure de la poche.

Le procédé de traitement d'un acier liquide suivant l'invention s'applique à un acier qui a été dans une première phase élaboré à l'état liquide puis transféré dans une poche. Cet acier est alors traité dans cette poche par un très grand nombre de fines bulles de gaz ou de mélange de gaz qui est injecté à travers le fond de poche à partir d'éléments d'injection situés à une distance du centre de celui-ci au moins égale à son demi-rayon et éloignés de la paroi correspondant au bord du fond de la poche d'une distance au moins égale au dixième dudit rayon. Il en résulte à la surface de l'acier liquide un renflement annulaire (intumescence) dont le bord extérieur est proche du bord intérieur du garnissage de la paroi de la poche.

La nature du gaz injecté dépend du traitement à assurer : ce gaz peut être constitué d'un gaz rare de l'air (le plus couramment argon) ou d'azote ou de gaz carbonique ou d'un mélange des gaz ci-dessus.

De préférence les éléments d'injection ont une surface comprise entre S/10 et S/30, S étant la surface du fond de la poche et la pression d'injection de gaz est réglée de façon que le débit unitaire moyen par cm^2 de surface d'élément d'injection soit compris entre 0,1 et 0,8 litre/minute dans le cas des traitements de déshydrogénation, de décantation des inclusions et de nitruration des aciers inoxydables à forte teneur en azote.

De préférence encore dans le cas de traitement de décarburation l'apport en calorie résultant de la combustion du mélange de gaz tel que oxygène argon ou oxygène azote ne pourra être supérieur à celui résultant de la combustion de 0,1 à 0,6 litre d'oxygène pur par minute et par cm^2 de surface d'éléments d'injection. La proportion d'argon ou d'azote, variable pendant l'opération, est fonction de la teneur en carbone et de la température et sera réglée de telle façon que la pression partielle PCO obtenue permette d'avoir la teneur en oxygène dissous en équilibre avec le laitier contenant de l'oxyde de fer dans le cas des aciers au carbone ou avec le laitier contenant de l'oxyde de chrome dans le cas des aciers à forte teneur en chrome.

De préférence l'injection de gaz par les éléments d'injection est

effectuée soit à travers des canaux ou pores orientés dont la section transversale perpendiculaire à l'écoulement du gaz n'est pas supérieure à 0,8 mm^2, la surface totale de ces canaux étant comprise entre 15 et 40 mm^2 par dm^2 de surface d'éléments d'injection soit à travers des fentes rectilignes ou non d'épaisseur inférieure ou égale à 0,4 mm séparées entre elles par une distance comprise de préférence entre 1 et 3 cm, la surface totale des fentes étant comprise entre 45 et 105 mm^2 par dm^2 de surface d'élément d'injection.

A titre indicatif les pressions d'injection utilisées correspondant aux valeurs ci-dessus seront pour le cas des canaux ou pores de l'ordre de au maximum 4 bars au-dessus de la pression ferrostatique en fond de poche et pour le cas des fentes de l'ordre de au maximum 1 bar voire 0,5 bar au-dessus de la pression ferrostatique en fond de poche.

Les emplacements d'injection peuvent être répartis de façon générale dans une zone annulaire ou pseudo-annulaire continue ou non. De préférence la plus grande distance angulaire qui sépare ces emplacements vue du centre de la poche n'est pas supérieure à 30°.

Les éléments perméables d'injection sont en réfractaires et peuvent être de toutes formes : cylindriques, coniques, pyramidaux, parallélipipèdiques ou autres. Avantageusement ils sont revêtus sur toutes leurs surfaces à l'exception de celle en contact avec l'acier liquide d'une tôle d'acier qui se raccorde au tube d'arrivée de gaz du côté qui, après mise en place dans le fond de poche, regarde vers l'extérieur de celui-ci. Ces éléments perméables peuvent être disposés de façon amovible ou fixe. Une fois montés, ils font partie du fond de poche.

La distribution du gaz de traitement à l'ensemble des éléments d'injection peut se faire par exemple depuis une arrivée centrale pouvant être liée ou non à un des éléments d'injection.

On peut disposer dans le fond de poche une seule pièce annulaire réfractaire poreuse de forme annulaire continue ou comportant une coupure ou plusieurs pièces réfractaires poreuses positionnées de façon générale annulaire, la largeur angulaire de chacune des zones dépourvues d'éléments perméables, vue depuis le centre de la poche, n'étant pas supérieure à 30° et de préférence 25°.

De façon avantageuse on effectuera les opérations de traitement en poche sous un couvercle permettant le captage des fumées et la protection de l'environnement atmosphérique et réduisant les pertes thermiques.

De façon également avantageuse on peut réchauffer l'acier liquide et le laitier en poche pendant l'injection d'au moins un gaz neutre par exemple par un ou plusieurs arcs électriques traversant la couche du laitier liquide formé à l'intérieur de l'anneau d'intumescence.

Le procédé suivant l'invention s'applique en particulier à la déshydrogénation des aciers grâce à la multiplication des surfaces de contact bulles-métal liquide permettant l'équilibrage des pressions partielles entre l'hydrogène contenu dans l'acier liquide et celui admis dans les bulles.

Des résultats satisfaisants sont obtenus par passage d'un volume de gaz neutre à travers l'acier liquide de l'ordre de 0,5 à 1,5 Nm^3 par tonne de métal liquide.

Le procédé suivant l'invention permet également une accélération de l'agglomération des inclusions solides, dans le cas des aciers dont les produits de désoxydation ou de dénitruration sont solides (alumine ou nitrure de titane par exemple), qui sont très rapidement entraînées dans la couche de laitier. Il est ainsi possible d'abaisser en un temps record la teneur en oxygène totale sur demi-produit aux environs de 1,5 fois la teneur en oxygène dissous de l'acier liquide correspondant par la seule injection de gaz neutre par le fond.

Le procédé suivant l'invention s'applique également à la décarburation des aciers à très faible teneur en carbone micro alliés ou non et en particulier à ceux contenant moins de 0,05 % de carbone. Il s'applique également à la décarburation des aciers à forte teneur en chrome martensitique ou non ou au chrome nickel austénitique ou austéno-ferritique.

Le procédé suivant l'invention s'applique aussi à la nitruration des aciers inoxydables à forte teneur en azote (par exemple 0,2 à 0,4 % en masse) dans lesquels la décarburation sous faible pression partielle de CO est obtenue par un mélange oxygène azote et la teneur finale en

azote est réglée après calmage et désulfuration du métal par injection d'azote pur.

L'invention concerne également une poche permettant d'effectuer le traitement d'un acier liquide selon le procédé de l'invention équipée d'un fond de poche comportant des éléments d'injection raccordés à des moyens d'alimentation en gaz dont la surface totale est comprise entre S/10 et S/30, S étant la surface du fond de la poche, ces éléments d'injection étant situés à une distance du centre du fond de poche au moins égale au demi-rayon et éloignés de la paroi interne de la poche d'une distance au moins égale au dixième dudit rayon, ces éléments d'injection comprenant soit des pores ou canaux dont la section tranversale unitaire est inférieure à 0,8 mm^2, la surface totale étant comprise entre 15 et 40 mm^2 par dm^2 d'élément d'injection, soit des fentes dont l'épaisseur est inférieure à 0,4 mm, la surface totale étant comprise entre 45 et 105 mm^2 par dm^2 d'éléments d'injection.

Les modes préférentiels de réalisation de cette poche et notamment la structure des éléments d'injection du fond de la poche ont déjà été décrits précédemment à l'occasion de la description du procédé et ne sont pas repris ici.

Les figures et l'exemple ci-après décrivent de façon non limitative des modes de réalisation du dispositif suivant l'invention ainsi que la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention dans le cas de la décarburation d'un acier à 13 % de Cr et dans celui de la déshydrogénation et de la décantation des inclusions d'un acier à roulement du type 100 C6 (norme AFNOR).

Figure 1 : vue en élévation et en coupe suivant X-X (figure 2) d'une poche pour le traitement de l'acier liquide suivant l'invention.

Figure 2 : vue de dessus du fond de la poche de la figure 1.

Figure 3 : vue en perspective d'une pièce réfractaire poreuse équipant la poche des figures 1 et 2.

On voit figure 1 une poche 1 suivant l'invention qui permet le traitement par le procédé également suivant l'invention d'un volume d'acier liquide 2.

Le fond 3 de cette poche est muni, comme le montrent les figures 2 et 3, de 4 pièces réfractaires poreuses 4, 5, 6, 7 de forme pyramidale tronconique. Les parois latérales de ces pièces, telles que 8, 9 sont revêtues d'une tôle d'acier qui se raccorde de façon étanche au niveau de la grande base au tube d'arrivée de gaz tel que 10. Ces pièces réfractaires sont traversées par des pores ou canaux orientés, tels que 11 qui mettent en communication la surface de la grande base avec celle de la petite base 12. Comme le montrent les figures 1 et 2, la petite base 12 est au niveau de la face supérieure 13 du fond de poche. Les pores orientés 11 ont un diamètre moyen de 0,8 mm. Chacune des pièces réfractaires poreuses est traversée de 500 pores répartis sur la surface de la petite base qui est dans le cas de la figure de 1050 cm^2 (100 cm de long et 10,5 cm de large). La surface totale "SP" des petites bases des 4 pièces poreuses est donc de 4200 cm^2 pour un nombre total "nt" de pores égal à 2000. La surface "S" du fond de poche est de 4,9 m2 ce qui correspond à un rayon (R1) de 1,25 m.

On voit que le rapport SP/S est égal à 0,085 valeur qui se trouve à l'intérieur de l'intervalle préférentiel. De même que la surface des pores par dm^2 est de 24 mm^2 valeur également située à l'intérieur de l'intervalle préférentiel. Enfin on voit figure 2 que les pièces réfractaires poreuses sont entièrement à l'extérieur du cercle de rayon R2 correspondant à la moitié de R1 soit 0,625 m et éloignées de plus de R/10 soit 0,125 mètre des bords du fond de la poche. On remarque aussi que la largeur angulaire la plus grande d'une zone dépouvue de pores, vue du centre du fond de poche, correspond à l'angle "α" qui est égal à 25°. Cet angle "α" est inférieur à la largeur angulaire maximale de 30° d'une zone dépourvue de pores du dispositif suivant l'invention.La hauteur "H" d'acier liquide au repos dans la poche est d'environ 2,5 m pour une masse d'acier "t" de 80 tonnes.

On injecte à travers le fond de poche, suivant F1, un volume total de gaz de environ 1600 Nl/mn ce qui correspond à 20 Nl/t/min ou encore à environ 0,380 Nl/mn par cm^2 de surface des pièces poreuses. On voit que, grâce à la structure du fond de poche suivant l'invention, il est possible d'avoir par cm2 de surface poreuse un débit de gaz très faible compris entre 0,1 et 0,8 litre/min/cm^2 qui permet la création d'un grand nombre de bulles de très petites dimensions qui ont très peu de chances de se rencontrer et de fusionner pendant leur ascension

à travers l'acier liquide. L'ensemble de ces bulles provoque un déplacement tourbillonnaire de l'acier liquide sur une vaste zone annulaire qui intéresse un volume très important.

Ainsi se forme le renflement annulaire 14, de hauteur "h" au-dessus du niveau de l'acier au repos, qui contient le laitier 15 dans la zone axiale et crée une zone d'échange permanente de grande surface et de grande activité avec ce laitier. Les flèches F2 montrent le mouvement de l'acier liquide plus froid avec retour vers le fond de poche dans la zone axiale. Le faible débit unitaire des pores associé à la grande surface qu'ils couvrent sur le fond de la poche et à leur disposition géométrique sur ledit fond de poche permet ainsi d'obtenir tout un ensemble de résultats intéressants pour le traitement en poche de l'acier.

Le dispositif suivant l'invention permet aussi de réchauffer l'acier liquide et le laitier au moyen par exemple d'une ou plusieurs électrodes de chauffage à l'arc non représentées placées au-dessus de l'acier liquide dans la zone voisine de l'axe.En utilisant des arcs relativement courts, noyés au moins partiellement dans le laitier, on obtient un réchauffage efficace sans risque de surchauffe des zones supérieures des parois réfractaires de la poche du fait de la protection due au renflement annulaire 14. En fin de traitement l'acier est coulé à travers le trou de coulée 17.

La poche de coulée ainsi décrite peut être utilisée en particulier pour le traitement, par le procédé suivant l'invention, d'un acier à 13 % de chrome.

Dans cette première application on élabore de façon conventionnelle un acier mère du type à 13 % de chrome à partir de ferrailles, de ferrochrome carburé et des additions habituelles. Cet acier est décarburé au four jusqu'à 0,4 % de carbone puis il est coulé dans une poche à hauteur de garde suffisante en évitant au maximum la présence de laitier du four. La composition de cet acier de poche est alors :

Cr	13,3 % en masse.	Si	0,010 % en masse.
C	0,4 % "		"
Mn	0,4 % "		"

On recouvre cet acier mère de chaux en grain et d'un peu de spath. On

injecte à partir du fond de poche un mélange oxygène-argon à teneur en argon croissante et à débit d'oxygène constant. On forme à la surface de l'acier une intumescence importante permise par la hauteur de garde choisie. On diminue progressivement le pourcentage d'oxygène en volume depuis 80 % jusqu'à environ 52 % ce qui permet d'abaisser la teneur en carbone à 0,08 % sans scorification du chrome grâce à une activité de l'oxygène dans le métal réduite sans dépasser la température de 1680° C. On effectue ensuite les traitements complémentaires de désoxydation et de calmage de mise à la nuance et de décantation des inclusions en poursuivant l'injection d'argon seul avec un débit de 10 litres/Tonne/min pendant environ 35 minutes.

Le volume d'oxygène injecté par les éléments perméables est voisin de 140 m^3.

Une analyse finale donne alors la composition suivante :

Cr	13,03	% en masse
C	0,090	% "
Mn	0,8	% "
Si	0,27	% "

L'acier est alors coulé.

Le rendement en chrome est de 98 %.

L'émission de fumées rousses est très inférieure à celles des procédés classiques.

On remarque que la décarburation en poche à cette tempér. ..re n'aurait pas été possible par un débit d'oxygène pur sans une scorification importante du chrome qu'il aurait été difficile et coûteux de réduire lors de la désoxydation finale ; de plus les températures obtenues auraient été supérieures et auraient conduit à une détérioration rapide et dangereuse des briques d'insufflation. Le faible débit d'oxygène injecté par cm^2 de surface des pièces poreuses, associé au refroidissement dû à la dilution par l'argon et au balayage de la surface des éléments d'injection par l'acier liquide le moins chaud permet de limiter et d'évacuer au fur et à mesure la chaleur résultant de la combustion de l'oxygène à la surface des éléments d'insufflation.

Dans la deuxième application on élabore une coulée de 60T dans un four électrique à trou de coulée excentré d'un acier du type 100 C_6 à 1,1 % de carbone et 1,5 % de chrome à partir de ferraille. On coule dans une poche munie du système d'injection selon l'invention cet acier avec les additions habituelles et on ajoute 300 kg de chaux fraîche et bien sèche et 30 kg de spath fluor.

L'analyse de l'acier est la suivante :

C	1,1	%	en masse
Cr	1,5	%	en masse
Mn	0,5	%	en masse
Si	0,35	%	en masse
S	0,030	%	en masse
Al	0,100	%	en masse

La température est de 1600° C.

On transporte la poche à une installation de traitement en poche avec rechauffage par 3 électrodes de graphite de façon à obtenir une température finale de 1630°. Pendant toute l'opération la poche est sous couvercle pour que l'atmosphère au-dessus de l'acier liquide soit exempte d'oxygène et d'hydrogène provenant de l'atmosphère.

Pendant toute l'opération l'acier est brassé par un courant d'argon pur au débit de 1 Nm^3/mn pendant 1 heure diffusé par 4000 cm^2 d'éléments perméables comportant 60 canaux de sections transversale unitaire 0,5 mm^2 par dm^2 de surface d'éléments perméables.

Après 1 heure de traitement l'analyse de l'acier est la suivante :

C	1,1	%	en masse
Cr	1,5	%	"
Mn	0,530	%	"
Si	0,360	%	"
Al	0,015	%	"
S	0,015	%	"

l'activité oxygène mesurée est de 4 ppm.

L'acier est ensuite coulé en lingotière entièrement à l'abri de l'air

pour éviter toute réaction parasite de réhydrogénation et de réoxydation.

L'analyse sur demi-produit fait apparaître une teneur en oxygène totale de 6 ppm et une teneur en hydrogène de 3 ppm.

Les mêmes aciers ayant subi la même opération de traitement en poche avec rechauffage pendant également 1 heure mais avec un brassage traditionel et dont les échantillons sont pris et analysés au bout du même temps après la coulée indiquent une teneur moyenne en oxygène totale de 11 ppm et une teneur en hydrogène de 7 ppm.

On constate par conséquent pour l'acier traité selon le procédé de l'invention une baisse moyenne de 4 ppm en hydrogène et une valeur en oxygène totale de 1,5 fois l'activité de l'oxygène en poche en fin de traitement.

De nombreuses modifications peuvent être apportées au procédé et à la poche selon l'invention qui ne sortent pas du domaine de celle-ci.

De même le procédé et la poche peuvent s'appliquer au traitement en poche d'une très grande variété d'aciers de tous types et de toutes compositions.

REVENDICATIONS

1) Procédé de traitement en poche d'un acier liquide par au moins un gaz injecté à travers le fond de poche caractérisé en ce que cette injection est effectuée à travers des éléments d'injection dont la surface totale est comprise entre S/10 et S/30, que ces éléments d'injection sont situés à une distance du centre du fond de la poche au moins égale à son demi-rayon et éloigné de la paroi interne de la poche d'une distance au moins égale au 1/10 de ce même rayon et en ce que le débit unitaire de gaz moyen par cm^2 de surface des éléments d'injection est compris entre 0,1 et 0,8/1 minute, ce débit étant permis soit par des pores dont la section unitaire transversale est inférieure à 0,8 mm^2 la surface totale étant comprise entre 15 et 40 mm^2 par dm^2 d'éléments d'injection, soit par des fentes dont l'épaisseur est inférieure à 0,4 mm, la surface totale étant comprise entre 45 et 105 mm^2 par dm^2 de surface d'éléments d'injection.

2) Procédé suivant la revendication 1 caractérisé en ce que les éléments d'injection sont situés dans une zone annulaire continue ou non, la largeur angulaire d'une zone sans élément d'insufflation vue depuis le centre du fond de la poche n'étant pas supérieure à 30°.

3) Procédé selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que dans le cas des fentes, celles-ci sont séparées les unes des autres par une distance comprise entre 1 et 3 cm.

4) Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que on recouvre l'acier liquide d'un laitier actif dont l'analyse est appropriée au traitement métallurgique souhaité capable de se rassembler en masse au centre de la surface supérieure de l'acier en poche pendant l'opération d'injection.

5) Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le gaz injecté est un gaz neutre comme les gaz rares de l'air ou l'azote vis à vis des éléments chimiques de l'acier liquide pour les opérations de décantation des inclusions solides telles que les inclusions d'alumine.

6) Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le gaz injecté pour les opérations de déshydrogénation est un des

gaz rares de l'air ou du gaz carbonique ou un mélange de ces gaz.

7) Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que pour les opérations de nitruration des aciers inoxydables à forte teneur en azote le gaz est de l'azote.

8) Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que les opérations de décarburation sont effectuées par un mélange gaz rare de l'air ou azote et oxygène par la combustion duquel la pression partielle Pco en résultant est celle voulue par les équilibres thermodynamiques régissant la teneur en carbone et l'oxygène dissous dans l'acier liquide à la température de l'acier liquide pendant le traitement.

9) Procédé suivant les revendications 1 à 8 caractérisé en ce que la poche est munie d'un couvercle de protection de l'atmosphère extérieure durant l'opération d'injection.

10) Procédé suivant les revendications 1 à 9 caractérisé en ce que pendant l'injection on réchauffe l'acier liquide au moyen d'au moins un arc électrique réalisé à travers au moins une électrode placée au-dessus du centre de la poche.

11) Procédé suivant les revendications 1 à 9 caractérisé en ce que les éléments d'injection sont en réfractaire et peuvent être cylindriques, coniques, pyramidaux parallélipipédiques ou autres.

12) Procédé suivant les revendications 1 à 11 caractérisé en ce que les faces des éléments d'injection à l'exception de cell en contact avec l'acier liquide sont revêtues d'une tôle d'acier qui se raccorde au tube d'arrivée du ou des gaz de traitement.

13) Procédé suivant la revendication 12 caractérisé en ce que la distribution du gaz de traitement à l'ensemble des éléments d'injection peut se faire depuis une arrivée centrale pouvant être liée ou non à un des éléments d'injection.

14)Poche permettant d'effectuer le traitement d'acier selon l'une des revendications 1 à 13 équipée d'un fond de poche comportant des éléments d'injection raccordés à des moyens d'alimentation en gaz carac-

térisée en ce que la surface totale des éléments d'injection est comprise entre S/10et S/30, S étant la surface du fond de poche, ces éléments d'injection étant situés à une distance du centre du fond de poche au moins égale au demi-rayon et éloignés de la paroi interne de la poche d'une distance au moins égale au dixième dudit rayon, ces éléments d'injection comprenant soit des canaux ou pores dont la section transversale unitaire est inférieure à 0,8 mm^2, la surface totale étant comprise entre 15 et 40 mm^2 par dm^2 d'élément d'injection, soit des fentes dont l'épaisseur est inférieure à 0,4 mm, la surface totale étant comprise entre 45 et 105 mm^2 par dm^2 d'élément d'injection.

15) Poche suivant la revendication 14 caractérisée en ce que dans le cas des fentes, celles-ci sont rectilignes ou non.

16) Poche suivant les revendications 14 ou 15 caractérisée en ce que, dans le cas des fentes, celles-ci sont séparées les unes des autres par une distance comprise entre 1 et 3 cm.

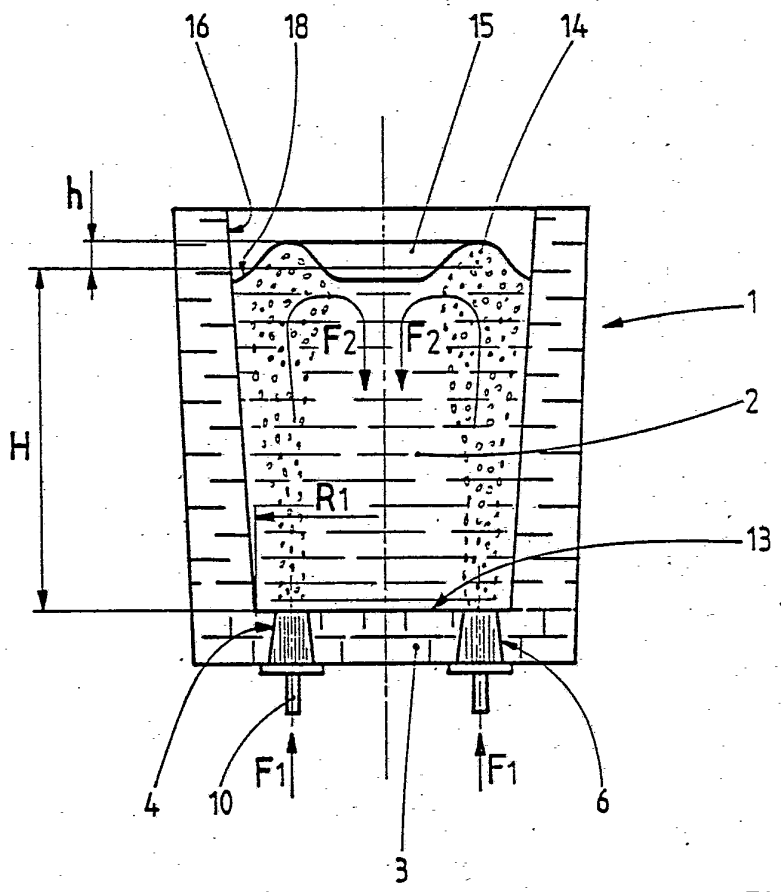


Fig.1

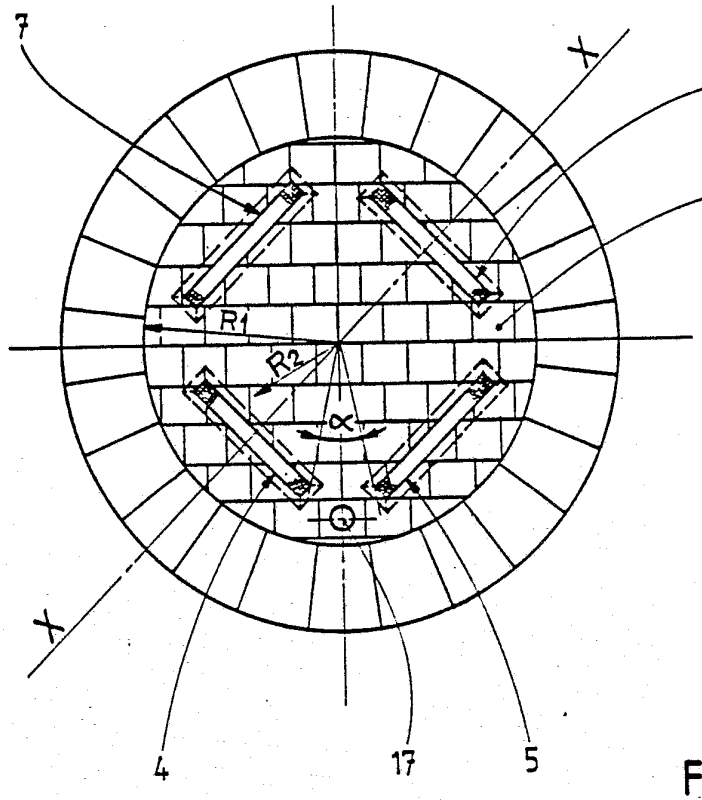


Fig.2

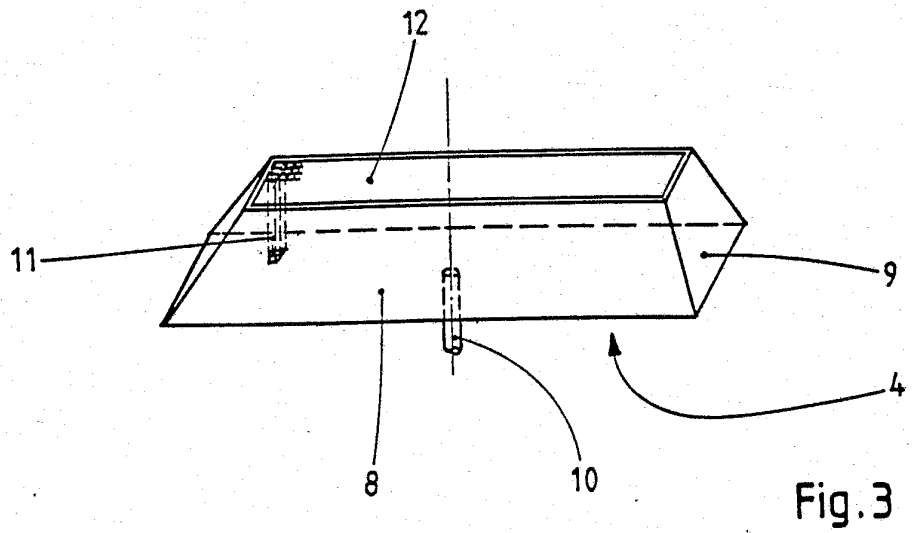


Fig.3