

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 924 305 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

23.06.1999 Bulletin 1999/25

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: C21C 7/10, C22B 9/04

(21) Numéro de dépôt: 98403021.3

(22) Date de dépôt: 03.12.1998

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 22.12.1997 FR 9716453

(71) Demandeur: SOLLAC S.A.

92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeurs:

- Huin, Didier  
54000 Nancy (FR)

• Saint Raymond, Hubert  
57000 Metz (FR)

• Stouvenot, François  
54800 Labry (FR)

(74) Mandataire: Neyret, Daniel Jean Marie  
USINOR

Direction Propriété Industrielle  
Immeuble Pacific  
11, cours Valmy - TSA 10001  
La Défense 7  
92070 La Défense Cedex (FR)

(54) Réacteur métallurgique de traitement sous pression réduite d'un métal liquide

(57) L'invention concerne un réacteur métallurgique de traitement sous pression réduite d'un métal liquide (1), tel que de l'acier, contenu dans une poche (2), du type comportant une cuve (25) connectée à une installation d'aspiration des gaz (30) pouvant y maintenir une pression réduite et deux plongeurs (26, 27) tubulaires dont les extrémités supérieures débouchent dans des orifices (35, 36) ménagés dans le fond (28) de la cuve (25) et dont les extrémités inférieures peuvent être immergées dans ledit métal liquide (1) contenu dans ladite poche (2), l'un desdits plongeurs (26), dit "plongeur ascendant", comportant des moyens (29) pour insuffler un gaz dans son espace intérieur dans le but de créer un mouvement de circulation du métal liquide (1) entre la poche (2) et la cuve (25) pendant ledit traitement, caractérisé en ce qu'il comporte également une enceinte (17) munie de moyens (20) d'insufflation d'un gaz dans son espace intérieur adaptés à la création dans l'enceinte (17) d'une pression supérieure à la pression atmosphérique, et dans laquelle est placée la poche (2), le bord supérieur (23) de ladite enceinte (17) étant prévu pour supporter de manière étanche le fond (28) de la cuve (25) pendant ledit traitement, et des moyens (18, 19) pour soulever la poche (2) en direction de la cuve (25) pendant ledit traitement.

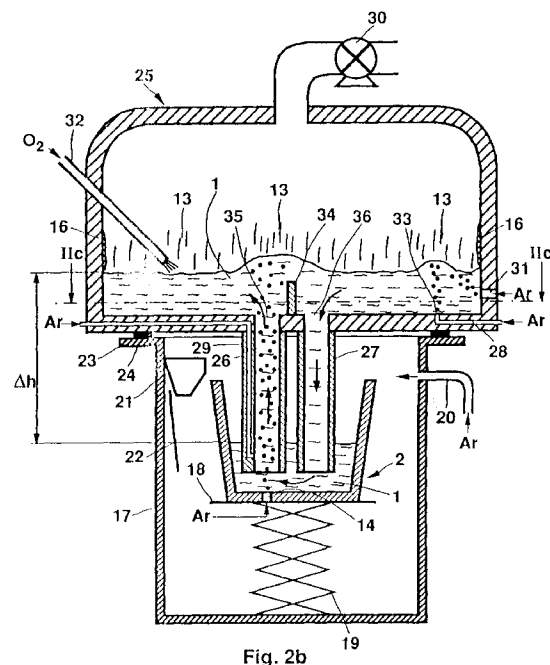


Fig. 2b 19

EP 0 924 305 A1

## Description

**[0001]** L'invention concerne l'élaboration des métaux à l'état liquide, notamment de l'acier. Elle s'applique particulièrement à l'élaboration d'aciers de haute pureté, à teneurs extrêmement faibles en carbone, voire également en azote, en hydrogène et en oxygène.

**[0002]** L'utilisation lors de l'élaboration de l'acier liquide de réacteurs sous vide du type appelé "RH" est aujourd'hui courante. On rappelle que ces réacteurs se composent :

- d'une cuve de grande hauteur et de forme grossièrement cylindrique, revêtue intérieurement de réfractaires, et dont la partie supérieure est connectée à une installation d'aspiration des gaz capable de maintenir dans cette cuve une pression réduite, qui peut descendre jusqu'à 1 torr ou moins lorsque le réacteur est en fonctionnement (on rappelle que 1 torr  $\approx$  133 Pa ou  $1,33 \cdot 10^{-3}$  bar);
- de deux plongeurs tubulaires en matériau réfractaire, de section circulaire ou ovale, connectés à la cuve par leur extrémité supérieure; l'un de ces plongeurs est muni d'un dispositif permettant d'insuffler un gaz dans son espace intérieur, habituellement de l'argon.

**[0003]** Ces installations sont utilisées comme suit. La poche contenant le métal liquide à traiter est amenée sous le RH, et les extrémités inférieures des plongeurs y sont immergées. Après quoi, la cuve est mise sous vide, ce qui provoque l'aspiration dans la cuve d'une certaine quantité de métal qui, pour cela, remonte par l'intérieur des plongeurs. La dénivellation entre les surfaces du métal liquide dans la poche et dans la cuve est égale à la hauteur ferrostatique correspondant à la différence de pression entre le milieu extérieur et l'intérieur de la cuve. Enfin, l'insufflation de gaz dans le plongeur équipé à cet effet débute. La fonction de cette insufflation est d'entraîner en direction de la cuve le métal qui se trouve dans ce plongeur, appelé pour cette raison "plongeur ascendant". Le métal transitant par la cuve redescend ensuite dans la poche en passant par l'autre plongeur, dit "plongeur descendant". On obtient ainsi une circulation continue de métal entre la poche et la cuve. Pendant toute la durée du traitement (soit généralement une dizaine à une trentaine de minutes), une même portion de métal effectue donc plusieurs séjours à l'intérieur de la cuve. Leur durée moyenne est fonction du débit de circulation du métal dans les plongeurs et du rapport entre les capacités respectives de la cuve et de la poche (ce dernier est généralement de l'ordre de 1/10 à 1/20). Le passage du métal liquide dans la cuve maintenue sous vide permet principalement de diminuer ses teneurs en hydrogène dissous et, dans une moindre mesure, en azote dissous. Les autres opérations métallurgiques susceptibles de se produire dans la cuve sont :

- une décarburation partielle, par combinaison sous forme de CO du carbone avec de l'oxygène déjà dissous dans le métal ou y étant insufflé à cet effet par une lance ou des tuyères insérées dans la paroi de la cuve ;
- une addition d'éléments d'alliages qui est ainsi effectuée à l'abri de l'air et du laitier de poche, donc avec un rendement optimal ;
- un réchauffage du métal par aluminothermie : on lui ajoute de l'aluminium, puis on y insuffle de l'oxygène, et l'oxydation de l'aluminium qui en résulte provoque ce réchauffage.

**[0004]** Parallèlement, la circulation du métal entre la poche et la cuve provoque une agitation douce du métal en poche, favorable à une bonne décantation des inclusions non-métalliques.

**[0005]** On utilise également, quoique moins couramment aujourd'hui, des réacteurs du type appelé "DH". Ils se distinguent des RH en ce que leur cuve n'est connectée qu'à un seul plongeur, par lequel une partie du métal liquide contenu dans la poche est aspirée dans la cuve pour y être soumise à la pression réduite. Le renouvellement du métal présent dans la cuve est assuré de manière discontinue, soit par des interruptions temporaires de la mise sous pression réduite de la cuve, ce qui a pour effet de renvoyer dans la poche le métal liquide que renferme la cuve, soit par un éloignement de la poche par rapport à la cuve à pression dans la cuve constante, qui entraîne également un tel renvoi de métal dans la poche puisque la dénivellation entre les surfaces du métal dans la poche et dans la cuve doit rester constante. Dans ces réacteurs DH, une insufflation de gaz n'est pas nécessaire ; elle est néanmoins très conseillée si on veut promouvoir de la manière la plus efficace les réactions métallurgiques de dégazage et, éventuellement, de décarburation recherchées.

**[0006]** Les dernières années ont vu s'accroître la demande des industries consommatrices d'acier en produits sidérurgiques à teneur extrêmement basse en carbone (moins de 50 ppm), en particulier pour les tôles laminées à froid à hautes ductilité et résistance à la traction, pour les aciers pour emboutissage profond et pour emballages, pour les aciers inoxydables ferritiques au chrome-molybdène, etc. Le RH est vite apparu comme le réacteur de métallurgie en poche le mieux adapté à l'obtention de tels aciers dans des conditions industrielles. En effet, la cinétique de décarburation y est favorablement influencée par l'insufflation massive de gaz qui est effectuée dans le plongeur ascendant, voire également à l'intérieur de la cuve. Ainsi, pour une poche contenant 300 t d'acier liquide, une cuve de RH en contenant 15 t, et un débit de circulation de 240 t/mn, un temps de traitement de 10 minutes peut suffire à abaisser la teneur en carbone dans l'acier de 300 ppm à 20 ppm. Les installations dans lesquelles la poche d'acier est simplement placée dans une enceinte sous pression réduite (installations dites de "vide en cuve"), ou coiffée

d'un couvercle en dessous duquel on maintient une pression réduite, ne sont pas aussi bien adaptées à cet effet. On ne peut y insuffler de très grosses quantités de gaz pour accélérer la cinétique de décarburation, et l'exposition au vide des réfractaires de la poche, qui contiennent souvent des matières carbonées, accentue les recarburations du métal à partir de ces réfractaires.

**[0007]** Les DH, si on insuffle de l'argon dans le plongeur, sont également assez bien adaptés à la production d'aciers à teneurs en carbone inférieure à 50 ppm.

**[0008]** L'accroissement de la demande en aciers d'une pureté de plus en plus poussée rendra probablement, dans un très proche avenir, nécessaire de pouvoir obtenir couramment des teneurs en carbone encore plus basses (5 à 10 ppm) avec une productivité au moins équivalente à celle des installations actuelles (environ 10 t/mn dans les grandes usines intégrées). Or, dans les RH et DH classiques, on constate un net ralentissement de la décarburation lorsque la teneur en carbone moyenne de l'acier liquide devient inférieure à 30 ppm. Une accélération sensible de cette cinétique dans le domaine des très basses teneurs en carbone permettrait d'obtenir les performances métallurgiques souhaitées dans un temps toujours compatible avec une marche optimale des autres ateliers de l'aciérie. Mais elle ne serait concevable qu'en augmentant considérablement la vitesse de circulation du métal et les quantités de gaz insufflées dans les diverses zones du réacteur. Il en résulterait un encrassement très rapide de l'intérieur de la cuve sous vide par les projections de métal et une usure exagérément accélérée des réfractaires des plongeurs, donc des arrêts plus fréquents et un fonctionnement moins fiable de l'installation. De plus, un accroissement substantiel de la quantité de gaz insufflée obligerait à augmenter la capacité de l'installation d'aspiration des gaz, qui est déjà considérable, sous peine de ne pouvoir atteindre des pressions suffisamment basses. En définitive, l'obtention en marche industrielle de teneurs en carbone sensiblement inférieures à 10 ppm dans des conditions techniques et économiques satisfaisantes paraît difficilement à la portée d'un RH ou d'un DH de conception traditionnelle.

**[0009]** L'obtention d'une teneur en carbone aussi basse que possible dans l'acier liquide est d'autant plus importante que, dans la suite des opérations d'élaboration et de coulée, l'acier aura de multiples occasions de se recarburer, par exemple lors de la coulée en continu au contact des réfractaires et des poudres de couverture du répartiteur et de la lingotière.

**[0010]** Un autre inconvénient des réacteurs RH et DH de conception classique est que leur étanchéité par rapport à l'atmosphère ambiante n'est pas toujours satisfaisante au niveau des plongeurs (dont les réfractaires présentent une certaine porosité) et de leurs connexions au fond de la cuve. Les aspirations d'air qui en résultent peuvent être estimées à plusieurs centaines de Nm<sup>3</sup>/h sur les installations industrielles de grandes dimensions. Elles entraînent un apport non contrôlé

d'oxygène et d'azote au métal liquide, ce qui rend plus difficile le pilotage de la décarburation et limite l'ampleur de la dénitruration que l'on peut réaliser. De plus, une part non négligeable de la capacité de l'installation d'aspiration est consacrée à l'évacuation de ces gaz indésirables, alors qu'elle serait plus utilement employée à l'évacuation de gaz résultant du dégazage et de la décarburation de l'acier liquide, ou qui ont favorisé ce dégazage et cette décarburation.

**[0011]** Il a déjà été proposé (document JP-A-58181818) de réaliser une connexion étanche entre le rebord supérieur de la poche et un flasque solidaire de la cuve du RH. Une insufflation de gaz mettant sous pression la surface de l'acier liquide en poche permet d'augmenter le débit de recirculation du métal entre la poche et la cuve, ce qui améliore l'efficacité du dégazage. Les aspirations d'air au niveau des plongeurs sont aussi évitées. Toutefois ces modifications ne seraient pas suffisantes pour assurer une décarburation aussi poussée et rapide qu'on pourrait le souhaiter.

**[0012]** Le but de l'invention est de proposer un nouveau type de réacteur métallurgique, qui, notamment, donne accès aux teneurs en carbone dans l'acier liquide de l'ordre de 10 ppm et moins dans des conditions de productivité satisfaisantes. Ce réacteur devrait aussi pouvoir être utilisé pour produire des aciers à faibles ou très faibles teneurs en azote ainsi qu'en oxygène, tout comme les RH et DH de conception classique.

**[0013]** A cet effet, l'invention a pour objet un réacteur métallurgique de traitement sous pression réduite d'un métal liquide, tel que de l'acier, contenu dans une poche, du type comportant une cuve connectée à une installation d'aspiration des gaz pouvant y maintenir une pression réduite et deux plongeurs tubulaires dont les extrémités supérieures débouchent dans des orifices ménagés dans le fond de la cuve et dont les extrémités inférieures peuvent être immergées dans ledit métal liquide contenu dans ladite poche, l'un desdits plongeurs, dit "plongeur ascendant", comportant des moyens pour insuffler un gaz dans son espace intérieur dans le but de créer un mouvement de circulation du métal liquide entre la poche et la cuve pendant ledit traitement, caractérisé en ce qu'il comporte également une enceinte munie de moyens d'insufflation d'un gaz dans son espace intérieur adaptés à la création dans l'enceinte d'une pression supérieure à la pression atmosphérique, et dans laquelle est placée la poche, le bord supérieur de ladite enceinte étant prévu pour supporter de manière étanche le fond de la cuve pendant ledit traitement, et des moyens pour soulever la poche en direction de la cuve pendant ledit traitement..

**[0014]** L'invention a également pour objet un réacteur métallurgique de traitement sous pression réduite d'un métal liquide, tel que de l'acier, contenu dans une poche, du type comportant une cuve connectée à une installation d'aspiration des gaz pouvant y maintenir une pression réduite et un plongeur tubulaire dont l'extrémité supérieure débouche dans un orifice ménagé dans le

fond de la cuve et dont l'extrémité inférieure peut être immergée dans ledit métal liquide contenu dans ladite poche, caractérisé en ce qu'il comporte également une enceinte munie de moyens d'insufflation d'un gaz dans son espace intérieur adaptés à la création dans l'enceinte d'une pression supérieure à la pression atmosphérique, et dans laquelle est placée la poche, le bord supérieur de ladite enceinte étant prévu pour supporter de manière étanche le fond de la cuve pendant ledit traitement, et des moyens pour soulever la poche en direction de la cuve pendant ledit traitement.

**[0015]** Comme on l'aura compris, le réacteur métallurgique selon l'invention se distingue des réacteurs traditionnels à cuve sous vide de type RH ou DH essentiellement en ce que la poche, au lieu d'être simplement à l'air libre, est placée dans une enceinte sur le bord supérieur de laquelle on fait reposer, de manière étanche, le fond de la cuve sous vide. L'enceinte est inertée par un gaz neutre qui la met sous une pression sensiblement supérieure à la pression atmosphérique, de manière à provoquer la montée dans la cuve sous vide d'une quantité maximale de métal liquide.

**[0016]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, donnée en référence aux figures annexées suivantes :

- la figure 1 qui représente vue en coupe longitudinale, à titre de référence, une installation de traitement sous vide de l'acier liquide du type RH, représentative de l'art antérieur de l'invention;
- la figure 2 qui représente une installation de traitement sous vide de l'acier liquide selon l'invention; la figure 2a la montre vue de face en coupe longitudinale selon IIa-IIa au stade initial du traitement; la figure 2b la montre de la même façon à un stade ultérieur du traitement; la figure 2c la montre en vue de dessus partielle en section selon IIc-IIc.

**[0017]** Dans l'installation de traitement sous vide de type RH classique de la figure 1, l'acier liquide 1 est contenu dans une poche 2 revêtue intérieurement d'une couche de réfractaires 3 et exposée à la pression atmosphérique  $P_{atm}$ . Une couche de laitier 4 surnage à la surface de l'acier liquide 1 et l'isole de l'atmosphère ambiante. Le RH lui-même se compose d'une cuve 5 revêtue intérieurement de réfractaires 6 et de deux plongeurs tubulaires 7, 8 en matériau réfractaire, de forme généralement cylindrique, connectés au fond 9 de la cuve 5. La cuve 5 est, à sa partie supérieure, connectée à une installation d'aspiration des gaz 10, telle qu'une batterie d'éjecteurs à vapeur. Au début du traitement, la cuve 5 est placée au dessus de la poche 1, et par un mouvement relatif de la cuve 5 et de la poche 2, on amène les extrémités inférieures des plongeurs 7, 8 à tremper dans l'acier liquide 1. Puis, à l'aide de l'installation d'aspiration 10, on instaure une pression réduite  $P_{cuve}$  à l'intérieur de la cuve 5, ce qui a pour effet d'y aspirer du métal liquide 1 à travers les plongeurs 7, 8. On pra-

tique ensuite une insufflation d'un gaz à l'intérieur de l'un des plongeurs 7, au moyen d'une conduite 11 débouchant dans l'espace intérieur dudit plongeur 7. Ce gaz est, de préférence, un gaz neutre tel que de l'argon, insoluble dans l'acier liquide. Son débit est en général de l'ordre de 4 à 12 litres par minute et par tonne d'acier à traiter. Il crée un mouvement ascendant de circulation à l'intérieur du plongeur 7 (appelé pour cette raison "plongeur ascendant"). Ce mouvement a pour effet de faire redescendre depuis la cuve 5 dans la poche 2, à travers l'autre plongeur 8 (appelé "plongeur descendant"), une quantité de métal liquide 1 équivalente à celle qui pénètre dans la cuve 5 par le plongeur ascendant 7. On obtient ainsi une circulation continue de l'acier liquide 1 entre la poche 2 à la pression atmosphérique  $P_{atm}$  et la cuve 5 sous pression réduite  $P_{cuve}$ , dans laquelle l'acier liquide subit les réactions métallurgiques désirées, notamment celles qui sont spécifiques aux traitements sous vide. Ces réactions sont essentiellement :

- une déshydrogénation, relativement facile car sa cinétique est favorable ;
- une dénituration, dont l'ampleur est généralement limitée, du fait d'une cinétique peu favorable et étroitement dépendante de la composition du métal : la dénituration est d'autant plus lente que les teneurs de l'acier en oxygène dissous et en soufre sont plus élevées ; le balayage de l'acier liquide par l'argon qui le traverse, et éventuellement par l'hydrogène qui s'en dégage, favorise, au contraire, la dénituration ;
- une décarburation, qui n'a lieu que si la teneur du bain en éléments désoxydants forts (aluminium, silicium, manganèse) et la pression partielle de CO dans la cuve 5 sont suffisamment faibles pour que l'oxygène dissous contenu dans l'acier liquide 1 présent dans la cuve 5 puisse se combiner au carbone, selon des lois thermodynamiques connues ; la cinétique de cette décarburation, lorsqu'elle est possible, est également favorisée par le balayage dû à l'argon et le dégagement de l'hydrogène.

**[0018]** La dénivellation  $\Delta h$  entre les surfaces des bains d'acier liquide 1 dans la poche 2 et dans la cuve 5 est fonction de la différence ( $P_{atm} - P_{cuve}$ ) selon l'équation :

$$\Delta h = \frac{(P_{atm} - P_{cuve})}{\rho \cdot g}$$

où  $\rho$  est la masse volumique de l'acier liquide (environ  $6900 \text{ kg/m}^3$  pour une température de  $1600^\circ\text{C}$ ) et  $g$  l'accélération de la pesanteur ( $9,81 \text{ m/s}^2$ ). Si, comme c'est généralement le cas, on maintient dans la cuve 5 une pression d'environ 1 torr (soit  $133 \text{ Pa}$  ou  $1,33 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$ ), la dénivellation  $\Delta h$  est de l'ordre de 1,5 m.

**[0019]** De préférence, la cuve 5 est équipée de moyens d'insufflation d'argon dans l'acier liquide 1 qu'elle renferme, tels que des tuyères pariétales 12 (on n'en a représenté qu'une, mais il peut y en avoir plusieurs) ou des lances immergées. Cet argon insufflé, dont le débit est généralement du même ordre de grandeur que le débit insufflé dans le plongeur ascendant 7 ou même un peu supérieur, accélère le dégazage et aussi la réaction de décarburation. Cela est dû à un effet de balayage des gaz présents ou formés dans le bain liquide 1, et également à la création de projections d'acier liquide 13 sous forme de fines gouttelettes. Ces gouttelettes 13 offrent une grande surface spécifique d'exposition à l'atmosphère raréfiée de la cuve 5, ce qui va aussi dans le sens d'une accélération de la décarburation. L'argon insufflé dans le plongeur ascendant 7 a un semblable effet de création de projections 13 dans la cuve 5. L'argon insufflé dans la poche 2 par le bouchon poreux 14 pour homogénéiser l'acier liquide 1 qu'elle renferme peut également y contribuer si le bouchon poreux 14 est placé à l'aplomb du plongeur ascendant 7. On peut également prévoir la possibilité d'insuffler de l'oxygène dans l'acier liquide 1 présent dans la cuve 5, au moyen d'une lance émergée 15 ou de tuyères pariétales, afin si nécessaire d'augmenter sa teneur en oxygène dissous pour accentuer la décarburation au début du traitement. Une insufflation d'oxygène peut également être utilisée à certaines étapes du traitement pour réchauffer le métal liquide 1 par aluminothermie.

les porosités des réfractaires constituant les plongeurs 7, 8, et aussi à travers les joints séparant le fond 9 de la cuve 5 et les extrémités supérieures des plongeurs 7, 8 si leur étanchéité n'est pas parfaite. D'une part, cette aspiration d'air entraîne une pollution du métal liquide 1 par de l'azote et de l'oxygène, ce qui diminue les performances de l'installation pour la dénitruration et la propriété inclusionnaire, surtout si le métal est déjà désoxydé. D'autre part, les gaz aspirés doivent ensuite être évacués par l'installation d'aspiration 10. Celle-ci doit donc consacrer une part non négligeable de sa capacité d'aspiration à l'évacuation de ces gaz indésirés. Cette capacité d'aspiration serait plus utilement employée à l'évacuation d'une plus grande quantité de gaz favorisant la cinétique de décarburation, comme l'argon insufflé par la conduite 11 et les tuyères 12. De même, en l'absence de ces entrées d'air, on pourrait choisir de conserver la même quantité d'argon insufflée, mais d'obtenir une pression  $P_{\text{cuve}}$  plus faible, également favorable à un dégazage et une décarburation poussés. Enfin, la quantité d'argon que l'on peut insuffler dans la cuve 5 est limitée par l'intensité des projections 13 qu'elle peut tolérer : il ne faut pas que ces projections 13 conduisent à un encrassement trop rapide des parois internes de la cuve 5 par création d'une couche 16 de métal solidifié..

**[0020]** L'installation du type selon l'invention, dont un exemple est représenté sur la figure 2, a en commun avec la précédente la présence d'une poche 2 renfer-

mant l'acier liquide 1 à traiter, et équipée d'un bouchon poreux 14. Selon l'invention, pendant le traitement sous vide la poche 2 n'est pas exposée à l'air libre mais mise dans une enceinte verticale 17 dont, dans l'exemple représenté, la hauteur excède sensiblement celle de la poche 2. La poche 2 n'est pas posée directement sur le fond de l'enceinte 17, mais sur la plate-forme 18 d'un dispositif élévateur 19. L'enceinte 17 comporte des moyens 20 pour y insuffler de grandes quantités d'un gaz d'inertage tel que de l'argon. Préférentiellement, à l'intérieur de l'enceinte 17 se trouve au moins une trémie 21 renfermant des éléments d'addition que l'on peut souhaiter ajouter à l'acier liquide 1 lors de son traitement, ou des matières minérales pouvant constituer un laitier synthétique destiné à recouvrir la surface de l'acier liquide 1 présent dans la poche 2. Une goulotte escamotable 22 permet de réaliser ces apports de matières dans la poche 2, au moins quand celle-ci est en position basse. Le bord supérieur de l'enceinte 17 est constitué par un large rebord horizontal 23, comportant sur sa face supérieure un joint d'étanchéité 24.

**[0021]** L'installation selon l'invention comporte également une cuve 25, à l'intérieur de laquelle est effectué le traitement sous vide de l'acier liquide 1. Dans son principe général, cette cuve 25 est semblable à la cuve 5 du RH classique de la figure 1. Elle comporte deux plongeurs 26, 27 connectés au fond 28 de la cuve 25 : un plongeur ascendant 26, comportant une conduite 29 permettant d'amener de l'argon dans son espace intérieur, et un plongeur descendant 27 par lequel l'acier liquide retourne dans la poche 2 après avoir transité par l'espace intérieur de la cuve 25. Une installation d'aspiration 30 permet de maintenir une pression  $P_{\text{cuve}}$  de l'ordre d'environ 1 torr à l'intérieur de la cuve 25. La cuve transité par l'espace intérieur de la cuve 25. Une installation d'aspiration 30 permet de maintenir une pression  $P_{\text{cuve}}$  de l'ordre d'environ 1 torr à l'intérieur de la cuve 25. La cuve 25 est équipée, sur sa paroi latérale, de tuyères pariétales 31 pour l'insufflation d'argon, voire également d'une lance 32 pour l'insufflation d'oxygène. A la place ou en plus de ces tuyères pariétales 31 et de cette lance 32, on peut avantageusement disposer des tuyères 33 d'insufflation d'argon et/ou d'oxygène dans le fond 28 de la cuve 25 ; ainsi, à un instant donné, la plus grande partie du métal liquide 1 présent dans la cuve 25 peut être directement soumise à l'action de ces gaz, et pas seulement le métal liquide 1 qui serait situé à l'aplomb du plongeur ascendant 26 ou à proximité de la paroi latérale de la cuve 25.

**[0022]** En début de traitement (cas de la figure 2a), la cuve 25 est amenée au dessus de l'enceinte 17, et on la laisse reposer de tout son poids sur le rebord 23, de manière à obtenir une excellente étanchéité sur tout le pourtour du rebord 23, grâce au joint 24. La longueur des plongeurs 26, 27 est choisie de telle manière qu'à ce stade du traitement où l'élévateur 19 sur lequel repose la poche 2 est en position basse, leurs extrémités inférieures ne plongent pas ou faiblement (comme mon-

tré sur la figure 2a) dans l'acier liquide 1 contenu dans la poche 2. Après la mise en place de la cuve 25, on commence à insuffler massivement de l'argon à l'intérieur de l'enceinte 17 grâce aux moyens 20 prévus à cet effet, afin de rendre l'atmosphère de l'enceinte 17 non polluante pour le métal liquide 1.

**[0023]** Une fois cette condition réalisée, on soulève la poche 2 au moyen du dispositif élévateur 19 de manière à faire tremper plus profondément les plongeurs 26, 27 dans l'acier liquide 1, et simultanément on abaisse la pression dans la cuve 25 pour y aspirer de l'acier liquide 1 à partir de la poche 2. L'élévation de la poche 2 se poursuit, de préférence jusqu'à ce que les extrémités inférieures des plongeurs 26, 27 soient proches du fond de la poche 2. Enfin on démarre la circulation du métal liquide entre la poche 2 et la cuve 25 grâce à une insufflation d'argon dans le plongeur ascendant 26 au moyen de la conduite 29. L'alimentation de cette conduite 29 doit de préférence, pour plus de commodité, demeurer externe à l'enceinte 17. A cet effet, on peut, comme représenté, faire traverser à la conduite 29 le fond 28 de la cuve 25 pour la faire déboucher à l'extérieur de l'installation.

**[0024]** D'autre part, on insuffle dans l'enceinte 17 une quantité d'argon telle qu'elle y crée une pression  $P_{enceinte}$  significativement supérieure à la pression atmosphérique, par exemple de 2 à 3 bar (soit  $2 \cdot 10^5$  à  $3 \cdot 10^5$  Pa). Outre que cette surpression garantit que l'air ne peut pénétrer à l'intérieur de l'enceinte 17 pendant le traitement, elle présente le très important avantage d'augmenter la dénivellation  $\Delta h$  entre les surfaces des bains d'acier liquide 1 présents dans la poche 2 et dans la cuve 25.  $\Delta h$  est calculée au moyen de la formule:

$$\Delta h = \frac{(P_{enceinte} - P_{cuve})}{\rho \cdot g}$$

**[0025]** Toujours pour une pression de 1 torr (soit 133 Pa) dans la cuve 25, une pression de 2 bar dans l'enceinte 17 (soit  $2 \cdot 10^5$  Pa) crée une dénivellation  $\Delta h$  de 2,95 m, et une pression de 3 bar une dénivellation de 4,43 m. On se donne ainsi la possibilité de faire une dénivellation  $\Delta h$  importante, à un instant donné, il ne subsiste dans la poche 2 que la moitié environ de l'acier liquide 1 qui y était initialement présent. L'autre moitié, qui circule entre la poche 2 et la cuve 25, se trouve soit à l'intérieur des plongeurs 26, 27, soit, surtout, à l'intérieur de la cuve 25 où elle est soumise à la pression réduite qui provoque son dégazage et, si sa composition s'y prête, sa décarburation.

**[0026]** Par rapport aux RH classiques, la cuve 25 de l'installation selon l'invention peut avoir une capacité très sensiblement plus grande. En effet, le diamètre de son fond 28 doit être au moins suffisant pour que la cuve 25 repose sur le rebord 23 de l'enceinte 17, ce qui implique que ce diamètre soit sensiblement supérieur à celui de la poche 2 (à moins qu'on ne prolonge latéra-

lement le fond 28 par une collerette, et que ce soit cette collerette qui repose sur le rebord 23 de l'enceinte 17 ; mais alors on se prive des avantages particuliers liés à un diamètre élevé de la cuve 25 qui seront vus plus loin).

De préférence, une cloison en réfractaire 34, disposée entre les orifices 35, 36 par lesquels le métal liquide arrive dans la cuve 25 et en repart, barre le fond de l'espace intérieur de la cuve 25 pour éviter qu'une portion importante du métal liquide 1 qui pénètre dans la cuve 25 par le plongeur ascendant 26 ne passe ensuite directement dans le plongeur descendant 27 après n'avoir séjourné qu'un bref instant dans la cuve 25. On réduit ainsi la dispersion des temps de séjour dans la cuve 25 des différentes portions du métal liquide 1. Cette cloison 34 peut, comme représenté, avoir une hauteur relativement faible, et permettre ainsi à l'acier liquide 1 de la franchir par débordement lorsqu'il a atteint son niveau nominal. Elle peut aussi être suffisamment haute pour partager la cuve 25 en deux compartiments ne communiquant entre eux que par des espaces libres ménagés entre la cloison 34 et la paroi interne de la cuve 25, et/ou des perforations ménagées dans la cloison 34. Comme représenté sur la figure 2c, de tels espaces libres 37, 38 et/ou perforations peuvent également exister dans le cas où la cloison 34 a une faible hauteur.

**[0027]** Si on vise à ne laisser dans la poche 2 qu'une faible quantité d'acier liquide 1 lorsque l'installation est en fonctionnement, le courant de circulation de l'acier liquide 1 dans la poche 2 y provoque une agitation très intense. Il n'est donc pas souhaitable que du laitier se trouve à la surface de l'acier liquide dans la poche 2 pendant le traitement, car ce laitier serait inévitablement entraîné au sein de l'acier liquide et détériorerait sa propriété inclusionnaire. Indépendamment de cela, le laitier peut se déposer sur les parois de la poche lors de la descente du niveau de métal en poche. Pour ces raisons, il est très conseillé que le laitier soit entièrement ôté avant que la poche ne soit mise dans l'enceinte 17. Une fois que le traitement sous vide est terminé, l'installation est remise dans sa configuration initiale telle que représentée sur la figure 2a. Mais avant de relever la cuve 25 pour remettre la poche 2 à l'air libre afin de la transférer, par exemple, vers l'installation de coulée, il est préférable de reconstituer à la surface de l'acier liquide 1 une couche de laitier synthétique afin de protéger immédiatement le métal des réoxydations et renitrurations atmosphériques et de limiter ses pertes thermiques par rayonnement, lors des étapes ultérieures d'élaboration et de coulée. Cette couche de laitier synthétique peut être ajoutée, comme on l'a dit, à l'aide de la trémie 21 et de la goulotte 22. Si des additions d'éléments d'alliage doivent être effectuées au sein de l'acier liquide 1 pendant le traitement, elles peuvent l'être grâce à cette même trémie ou d'autres similaires, de préférence à un moment où une quantité d'acier liquide 1 relativement importante se trouve dans la poche 2. En variante, on peut aussi réaliser ces additions d'éléments d'alliage dans la cuve 25 elle-même, si elle est équipée

de dispositifs à cet effet, comme c'est généralement le cas des cuves de RH classiques 5. On peut aussi disposer les trémies à l'extérieur de l'enceinte 17, en les associant à des moyens de transport des matières traversant la paroi de l'enceinte 17. Une telle disposition a pour avantage de réduire le volume intérieur nécessaire de l'enceinte 17, donc de diminuer la quantité de gaz qu'il est nécessaire d'y insuffler pour l'inertage ou la mettre sous pression.

**[0028]** Comme il est déjà connu, pendant une partie du traitement on peut également insuffler de l'hydrogène dans l'acier liquide 1, que ce soit dans la poche 2, le plongeur ascendant 26 ou la cuve 25 à la place d'une partie ou de la totalité de l'argon destiné à agiter le métal liquide 1 et à accélérer la cinétique de décarburation, ou en plus de cet argon. L'insufflation d'hydrogène dans la poche 2 par le bouchon poreux 14 est particulièrement avantageuse si on maintient une surpression dans l'enceinte 17 : cette surpression augmente la quantité d'hydrogène qui peut être dissoute dans l'acier liquide 1 avant son passage dans la cuve 25, donc l'efficacité de l'insufflation d'hydrogène. On peut aussi envisager de mélanger de l'hydrogène à l'argon d'inertage/surpression de l'enceinte 17, voire même de réaliser temporairement cet inertage/surpression exclusivement à l'hydrogène. Sachant que l'hydrogène est un élément indésirable dans l'acier liquide au moment de sa coulée, l'introduction d'hydrogène dans l'installation devra être interrompue avant la fin du traitement sous vide, afin de donner à l'installation le temps de ramener la teneur en hydrogène de l'acier liquide 1 à un niveau acceptable, lors de la phase finale du traitement.

**[0029]** Le premier avantage de l'installation selon l'invention par rapport aux RH classiques est de rendre sans conséquences les défauts d'étanchéité que l'on peut constater habituellement au niveau des plongeurs et de leurs connexions à la cuve. Si de tels défauts existent sur l'installation selon l'invention, ils se traduisent seulement par l'aspiration d'une partie de l'argon d'inertage présent dans l'enceinte 17, et non par l'aspiration d'air. Il n'y a donc pas de pollution en oxygène et en azote du métal liquide 1 par de l'air atmosphérique. De plus, comme on l'a dit, l'installation d'aspiration 30 peut être utilisée au mieux de ses capacités, puisque tous les gaz qu'elle extrait de la cuve 25 soit résultent du dégazage de l'acier liquide 1, soit ont contribué à accélérer ce dégazage. Cet avantage ne peut qu'être accru si, de plus, on maintient l'enceinte 17 sous une pression de gaz d'inertage élevée.

**[0030]** D'autre part, on a établi depuis peu que la différence de niveau entre le lieu d'injection d'argon dans le plongeur ascendant et le fond 28 de la cuve 25 est un paramètre particulièrement important pour le débit de circulation du métal liquide 1 entre la poche et la cuve. Ce débit est d'autant plus important que ladite différence de niveau est grande. L'installation selon l'invention, lorsqu'elle est équipée de plongeurs 26, 27 de grande longueur, dont les extrémités inférieures peu-

vent être placées très près du fond de la poche 2 et dont le point d'injection d'argon dans le plongeur ascendant 26 est situé très bas, permet d'optimiser ce paramètre. Par rapport à un RH classique que l'installation selon l'invention remplacerait, on peut choisir de conserver le même débit d'argon insufflé dans le plongeur ascendant 26, et augmenter ainsi le débit de circulation du métal liquide 1. On peut aussi choisir de conserver le même débit de circulation du métal liquide 1 en diminuant le débit d'argon insufflé, ce qui permet de diminuer l'usure des réfractaires du plongeur ascendant 26.

**[0031]** L'autre avantage important de l'installation est particulièrement sensible si on maintient une forte surpression dans l'enceinte 17 et si les extrémités inférieures des plongeurs 26, 27 peuvent être maintenues à proximité du fond de la poche 2 pendant le traitement. Il s'agit de la possibilité qu'à un instant donné du traitement sous vide, une très grande partie du métal liquide 1 (par exemple la moitié) se trouve dans la cuve 25 et dans le plongeur ascendant 26, donc soit soumise à la pression réduite et à l'intense balayage gazeux qui favorisent les réactions de dégazage et de décarburation. Par rapport à un RH classique qui traiterait des poches 2 identiques et dont la cuve ne pourrait renfermer que 1/10 à 1/20 de l'acier liquide 1 à traiter, l'installation selon l'invention permet d'augmenter très sensiblement le temps de séjour moyen d'une portion donnée du métal liquide 1 dans la cuve 25, sans augmenter la durée totale du traitement. Les réactions métallurgiques liées au séjour du métal liquide dans la cuve 25 sous pression réduite peuvent donc être effectuées de façon plus poussée.

**[0032]** D'autre part, la nécessité d'avoir une cuve 25 de relativement fort diamètre, de manière à obturer totalement l'enceinte 17, a pour corollaire de procurer à l'acier liquide 1 présent dans la cuve 25 une grande surface spécifique d'exposition à la pression réduite. De plus, on a la possibilité de multiplier les points d'insufflation d'argon à l'intérieur de la cuve 25, notamment à travers son fond 28. On peut ainsi créer pratiquement dans toute la cuve 25 d'intenses projections de gouttelettes de métal. Enfin, on peut choisir d'effectuer cette insufflation d'argon de manière privilégiée dans des zones relativement éloignées de la paroi interne de la cuve 25, afin d'éviter autant que possible que les projections 13 de métal liquide ne viennent encrasser trop vite ladite paroi en formant une couche de métal solidifié 16. Si la puissance de l'installation d'aspiration 30 le permet, on peut ainsi augmenter sensiblement la quantité d'argon insufflée dans la cuve sous vide par rapport à un RH classique sans pour autant accélérer de manière intolérable l'encrassement des parois. Tous ces facteurs contribuent à augmenter la surface réactionnelle de l'acier liquide 1 dans la cuve 25, ce qui est très favorable aux réactions de dégazage et de décarburation qui y sont recherchées, particulièrement lorsqu'on a déjà atteint des teneurs extrêmement basses en hydrogène, azote ou carbone. On peut ainsi atteindre des teneurs

en carbone et en azote dans le métal liquide extrêmement basses en conservant la productivité habituelle des RH. Il est même possible d'obtenir des conditions cinétiques permettant une véritable désoxydation par le carbone sous vide, de manière à parvenir simultanément à de très basses teneurs en carbone et en oxygène. Cela facilite considérablement la dénitruration, qui n'est plus gênée par l'oxygène dissous.

**[0033]** Si on confère aux plongeurs 26, 27 une longueur telle que leurs extrémités inférieures avoisinent le fond de la poche 2 lorsque l'installation est en service, l'élévateur 19 et sa plate-forme 18 permettent de maîtriser les positions relatives de la poche 2 et de la cuve 25, comme on l'a précédemment décrit. L'absence de l'élévateur 19 obligerait, lors de la mise en place de la cuve 25, à immerger immédiatement les plongeurs 26, 27 dans l'acier liquide 1 sur pratiquement toute leur hauteur, et le volume d'acier liquide 1 qu'ils déplaceraient provoquerait un débordement de la poche 2 si elle était utilisée à sa capacité nominale.

**[0034]** Par rapport au document JP-A-58181818 où la cuve du RH a une configuration classique, placer la poche dans une enceinte et pouvoir régler la profondeur d'immersion des plongeurs 26, 27 lorsque l'installation est en service permet d'augmenter considérablement le diamètre et la capacité de la cuve 25, et donc le débit de recirculation. Les ultra-basses teneurs en carbone sont ainsi plus aisément accessibles.

**[0035]** On va donner à présent deux exemples de dimensionnement d'une installation selon l'invention. Ils sont applicables au cas où on veut traiter une poche 2 refermant 245 t d'acier liquide 1 et ayant un diamètre intérieur moyen de 3,5 m, ce qui correspond à une surface d'environ 10 m<sup>2</sup> et une hauteur de métal de 3,5 m environ. Dans les deux exemples, on vise à apporter dans la cuve 25 mise sous vide une quantité de métal telle qu'elle y crée un bain d'une profondeur de 0,5 m. Le débit d'argon insufflé dans le plongeur ascendant 26 est comparable à ce qui se pratique dans le cas d'un traitement RH classique appliqué à la même poche, soit environ 2,4 Nm<sup>3</sup>/mn. Il assure une vitesse de circulation de métal dans les plongeurs 26, 27 d'environ 120 t/mn.

**[0036]** Dans un premier exemple, on dispose d'une cuve 25 dont le diamètre intérieur est de 4,4 m (ce qui correspond à une surface de 15 m<sup>2</sup>) et de plongeurs de longueur 2,45 m et de diamètre intérieur 0,7 m. Dans ces conditions, pour une pression de l'ordre de 1 torr (133 Pa) dans la cuve 25, il faut créer une différence de pression ( $P_{\text{enceinte}} - P_{\text{cuve}}$ ) de 2 bar (soit 2.10<sup>5</sup> Pa) pour obtenir la dénivellation  $\Delta h$  de 2,95 m nécessaire à l'obtention de la profondeur de bain visée de 0,5 m dans la cuve 25. Elle correspond à une quantité de métal 1 présente dans la cuve 25 et les plongeurs 26, 27 de 65,5 t.

**[0037]** Dans un deuxième exemple, on dispose d'une cuve 25 dont le diamètre intérieur est de 6,2 m (ce qui correspond à une surface de 30 m<sup>2</sup>) et de plongeurs de longueur 3,26 m et de diamètre intérieur 0,7 m. Dans ces conditions, pour une pression de l'ordre de 1 torr

(133 Pa) dans la cuve 25, il faut créer une différence de pression ( $P_{\text{enceinte}} - P_{\text{cuve}}$ ) de 2,55 bar (soit 2,55.10<sup>5</sup> Pa) pour obtenir la dénivellation  $\Delta h$  de 3,76 m nécessaire à l'obtention de la profondeur de bain visée de 0,5 m dans la cuve 25. Elle correspond à une quantité de métal 1 présente dans la cuve 25 et les plongeurs 26, 27 de 121,5 t.

**[0038]** Dans ces deux exemples, on peut insuffler à l'intérieur du métal 1 se trouvant dans la cuve 25, au moyen des tuyères 31, 33, une quantité totale d'argon d'environ 20000 Nm<sup>3</sup>/mn (à comparer au débit de l'ordre de 5000 Nm<sup>3</sup>/mn que pourrait tolérer un RH classique sans que ne s'y produisent des projections de métal excessives sur les parois de la cuve).

**[0039]** Une variante de l'invention consiste à prévoir un réacteur métallurgique similaire au précédent, mais qui ne comporterait qu'un seul plongeur connecté à la cuve. Il ressemblerait donc à un réacteur de type DH. La circulation continue du métal liquide entre la poche et la cuve n'étant pas possible dans ces conditions (sauf, de manière limitée, par des mouvements de convection naturelle, suite au refroidissement subi par le métal dans la cuve), il faut donc :

- 25 - soit calculer la géométrie de l'installation pour que la quasi-totalité du métal initialement présent dans la poche se retrouve dans la cuve lors du traitement, de manière à limiter autant que possible la quantité de métal qui ne sera pas significativement soumise au traitement sous vide ;
- 30 - soit assurer le renouvellement du métal dans la cuve, par des réductions périodiques de la différence de pression ( $P_{\text{enceinte}} - P_{\text{cuve}}$ ), ou par des éloignements périodiques de la poche et de la cuve à l'aide du dispositif élévateur de la poche.

**[0040]** Si une décarburation très poussée du métal est recherchée, une insufflation d'argon dans le plongeur est très vivement conseillée, comme dans le cas des DH classiques.

**[0041]** Une installation selon l'invention s'insère dans une chaîne d'élaboration simplement en se substituant à une installation de traitement sous vide de type RH ou DH classique ou vide en cuve, sans nécessiter de modifier l'organisation de l'aciérie et le schéma d'élaboration général en vigueur pour les nuances d'acier à ultra-basses teneurs en carbone. Enfin, elle peut également, tout comme les RH classiques, traiter avec profit d'autres nuances que les aciers à ultra-basses teneurs en carbone. Elles bénéficieront de l'absence de pollution du métal par de l'air aspiré, ainsi que de l'augmentation du temps moyen d'exposition à la pression réduite et au balayage gazeux pour une durée de traitement donnée. Cela permettra notamment soit d'obtenir des déshydrogénations, dénitrurations et désoxydations par le carbone plus poussées qu'au moyen d'un RH classique, soit, à performances métallurgiques égales, de diminuer le temps de traitement de l'acier liquide.

**[0042]** Il va de soi que l'installation qui a été décrite peut être utilisée pour le traitement sous vide d'autres métaux que l'acier liquide.

### Revendications

1. Réacteur métallurgique de traitement sous pression réduite d'un métal liquide (1), tel que de l'acier, contenu dans une poche (2), du type comportant une cuve (25) connectée à une installation d'aspiration des gaz (30) pouvant y maintenir une pression réduite et deux plongeurs (26, 27) tubulaires dont les extrémités supérieures débouchent dans des orifices (35, 36) ménagés dans le fond (28) de la cuve (25) et dont les extrémités inférieures peuvent être immergées dans ledit métal liquide (1) contenu dans ladite poche (2), l'un desdits plongeurs (26), dit "plongeur ascendant", comportant des moyens (29) pour insuffler un gaz dans son espace intérieur dans le but de créer un mouvement de circulation du métal liquide (1) entre la poche (2) et la cuve (25) pendant ledit traitement, caractérisé en ce qu'il comporte également une enceinte (17) munie de moyens (20) d'insufflation d'un gaz dans son espace intérieur adaptés à la création dans l'enceinte (17) d'une pression supérieure à la pression atmosphérique, et dans laquelle est placée la poche (2), le bord supérieur (23) de ladite enceinte (17) étant prévu pour supporter de manière étanche le fond (28) de la cuve (25) pendant ledit traitement, et des moyens (18, 19) pour soulever la poche (2) en direction de la cuve (25) pendant ledit traitement. 10 15 20 25 30
2. Réacteur métallurgique de traitement sous pression réduite d'un métal liquide, tel que de l'acier, contenu dans une poche, du type comportant une cuve connectée à une installation d'aspiration des gaz pouvant y maintenir une pression réduite et un plongeur tubulaire dont l'extrémité supérieure débouche dans un orifice ménagé dans le fond de la cuve et dont l'extrémité inférieure peut être immergée dans ledit métal liquide contenu dans ladite poche, caractérisé en ce qu'il comporte également une enceinte munie de moyens d'insufflation d'un gaz dans son espace intérieur adaptés à la création dans l'enceinte d'une pression supérieure à la pression atmosphérique, et dans laquelle est placée la poche, le bord supérieur de ladite enceinte étant prévu pour supporter de manière étanche le fond de la cuve pendant ledit traitement, et des moyens pour soulever la poche en direction de la cuve pendant ledit traitement. 35 40 45 50
3. Réacteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la cuve (25) comporte des moyens (31, 32, 33) d'insufflation de gaz à l'intérieur du métal liquide (1) qu'elle renferme. 55
4. Réacteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que de tels moyens d'insufflation (33) sont implantés dans le fond de la cuve (25).
5. Réacteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la cuve (25) comporte une cloison (34) disposée sur le fond de son espace intérieur entre lesdits orifices (35, 36) ménagés dans le fond de la cuve (25) et divisant la cuve (25) en deux compartiments. 5 10
6. Réacteur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte des espaces (37, 38) séparant la cloison (34) et la paroi intérieure de la cuve (25). 15
7. Réacteur selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'enceinte (17) comporte des moyens (21, 22) pour ajouter des matières solides à la surface ou au sein du métal liquide (1) contenu dans la poche (2). 20
8. Réacteur selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les moyens (20) d'insufflation de gaz à l'intérieur de l'enceinte (17) peuvent insuffler de l'hydrogène ou un mélange gazeux contenant de l'hydrogène. 25 30

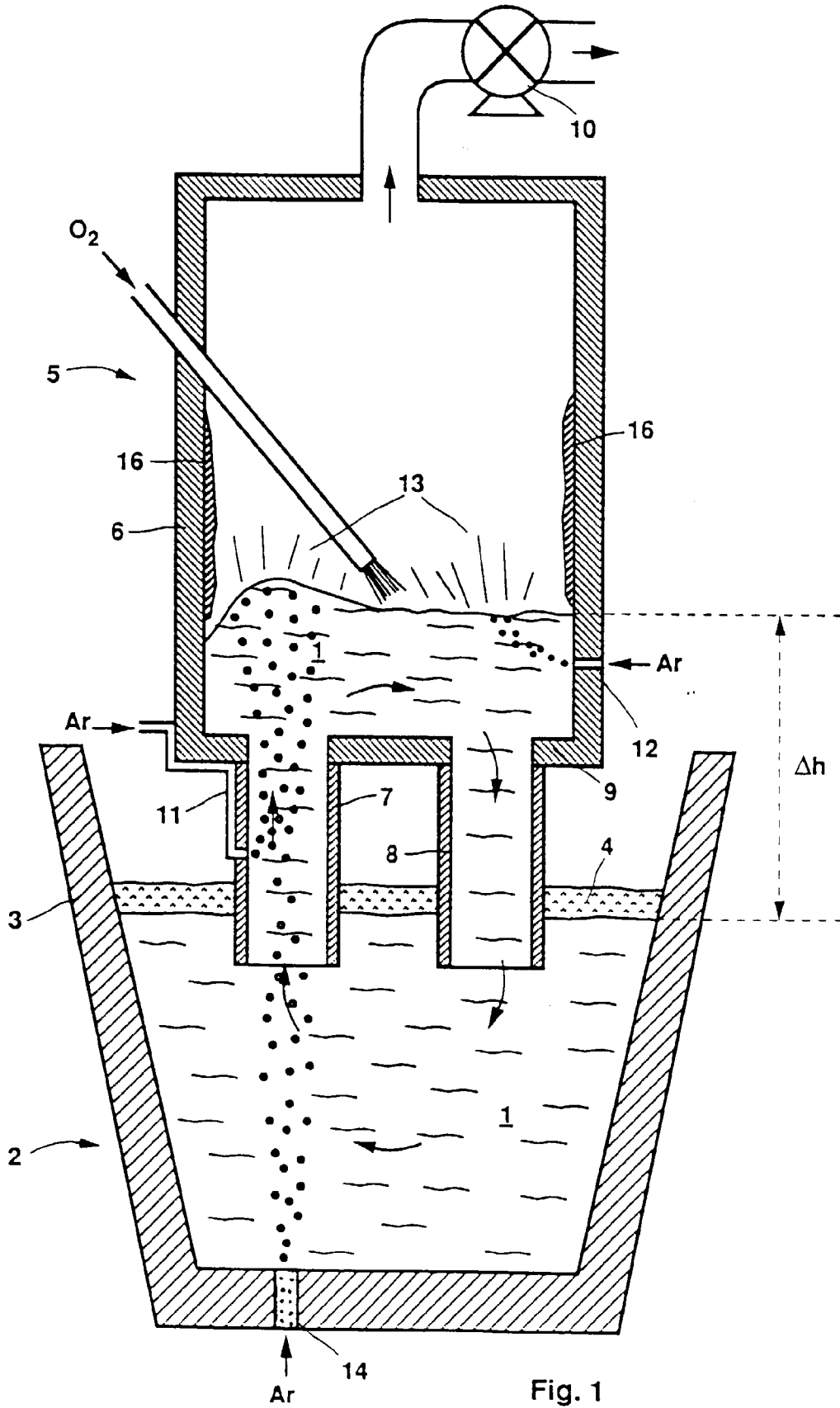


Fig. 1  
(art antérieur)





Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 98 40 3021

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 015 (C-206), 21 janvier 1984 & JP 58 181818 A (SHIN NIPPON SEITETSU KK), 24 octobre 1983 * abrégé *	
A	---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 110 (C-224), 23 mai 1984 & JP 59 025919 A (KAWASAKI SEITETSU KK), 10 février 1984 * abrégé *	
A	---	
A	EP 0 366 293 A (FINKL & SONS CO) 2 mai 1990	
A	---	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 321 (C-382), 31 octobre 1986 & JP 61 130415 A (KAWASAKI STEEL CORP), 18 juin 1986 * abrégé *	
	-----	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications		
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE	16 février 1999	Oberwalleney, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 98 40 3021

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-02-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0366293 A	02-05-1990	US 4894087 A	16-01-1990
		US 4950324 A	21-08-1990
		AT 125875 T	15-08-1995
		CA 1338456 A	16-07-1996
		DE 68923677 D	07-09-1995
		DE 68923677 T	07-03-1996
		JP 2282414 A	20-11-1990
-----			

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82