

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

②① Numéro de dépôt: 85630080.1

⑤① Int. Cl.⁴: **C 21 C 5/46**

②② Date de dépôt: 14.05.85

③① Priorité: 15.05.84 LU 85363

④③ Date de publication de la demande:
18.12.85 Bulletin 85/51

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

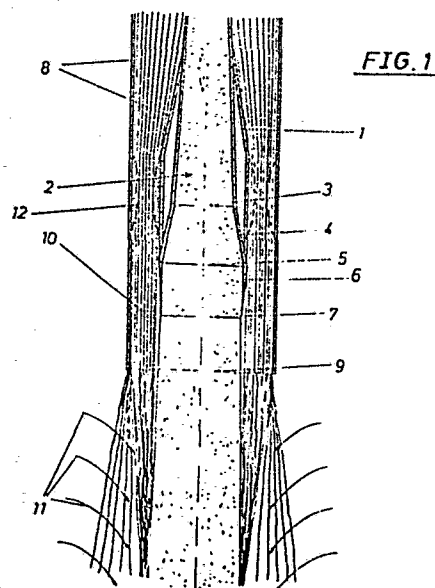
⑦① Demandeur: **ARBED S.A.**
Avenue de la Liberté 19
L-2930 Luxembourg(LU)

⑦② Inventeur: **Bock, André**
37 rue Franz Liszt
L-1944 Luxembourg(LU)

⑦④ Mandataire: **Leitz, Paul et al,**
S.D.T.B. Administration Centrale de l'ARBED Case
Postale 1802
L-2930 Luxembourg(LU)

⑤④ Dispositif d'adaptation pour tuyère d'accélération de particules solides.

⑤⑦ Dispositif d'adaptation pour tuyère (1) d'accélération de particules solides, en particulier de matières carbonifères pulvérulentes destinées à recarburer un bain d'acier. La tuyère (1) d'accélération est prolongée par une pièce (4) ayant sensiblement la forme d'un cône tronqué dont l'angle d'évasement est supérieur à celui de la tuyère d'accélération et par un tube cylindrique (6) dont la paroi s'amincit vers son embouchure (7). La pièce (4) est entourée par une deuxième tuyère (8) formant enveloppe ayant des parois parallèles vers son embouchure (9).



Dispositif d'adaptation pour tuyère d'accélération de particules solides

La présente invention concerne un dispositif d'adaptation pour tuyère d'accélération de particules solides à l'aide d'un gaz porteur. De telles tuyères servent en particulier à introduire de la matière carbonifère pulvérulente dans un bain d'acier.

Le taux de mitraillles ou autres ajoutes refroidissantes qu'on arrive à incorporer à un métal en voie d'affinage dépend principalement de la composition de la fonte, de la température de la charge et du déroulement thermodynamique de l'opération d'affinage. Pour réduire le prix de revient de l'acier, il est impératif de dépasser les taux d'ajoutes actuels de quelque 400 kg de mitraille par tonne de fonte. Une des méthodes connues consiste à augmenter le taux de postcombustion du CO se dégageant du bain, tout en veillant à ce que le bain absorbe un maximum de la chaleur libérée. Une autre méthode consiste à chauffer le bain métallique en utilisant des sources d'énergie supplémentaires. Des techniques d'addition de gaz et de combustible liquide sont mises en oeuvre avec des succès variés. Pareillement des techniques d'addition de matière combustible sous forme de granules de matière carbonée ont été développées. L'incorporation de matières solides dans le bain peut se faire par le bas, à travers des tuyères ou des éléments perméables logés dans le fond du convertisseur, ou par le haut conjointement avec des matières gazeuses. Or, pour avoir dans ce derniers cas une absorption convenable de la matière carbonée par le bain, il faut que celui-ci présente non seulement des concentrations en oxygène et en carbone bien déterminées, mais il faut en plus que la matière carbonée ait une énergie

cinétique et une concentration suffisantes à la sortie de la lance pour pénétrer dans le bain. L' énergie cinétique élevée est également requise pour éviter une combustion prématurée de la matière carbonée au-dessus du bain.

5

Dans la demande de brevet EP 84630036 la demanderesse a décrit un dispositif d'accélération de particules solides en suspension dans un gaz, comportant une source de gaz sous pression, des moyens de dosage du gaz et des particules solides ainsi que des conduits d'amenée du mélange gaz/particules solides débouchant sur une lance. Le dispositif offre la particularité que les conduits d'amenée ou la lance présentent des parties sur lesquelles la section varie de façon spécifique; il faut en effet éviter que la vitesse du gaz n'augmente brusquement sur les derniers mètres du conduit étant donné que cette vitesse ne peut plus être transmise aux particules solides. En choisissant des conduits qui s'évasent sur les derniers mètres devant l'embouchure, il a été possible d'obtenir des vitesses de particules de quelque 190 m/s à l'embouchure, la vitesse du gaz étant à cet endroit légèrement inférieure à la vitesse sonique.

20

Bien que le dispositif mène à des résultats excellents d'un point de vue vitesse des particules solides, on soupçonnait néanmoins que la profondeur de pénétration des particules solides dans le bain était faible. Des calculs théoriques montrent que la profondeur de pénétration L d'un jet de particules dans un bain de liquide vaut, sans la présence des jets d'oxygène: (pour des angles de divergence A faibles et des concentrations de particules élevées)

$$30 \quad L = \left[\frac{Q_c \cdot v_c}{20 \pi \cdot g \cdot \rho_{ac} \cdot \tan^2 A/2} + L_o^3 \right]^{1/3} - L_o \quad (1)$$

Q_c = débit particules (kg/min)

L_o = hauteur de la lance au dessus du bain (m)

35 v_c = vitesse particules (m/s)

ρ_{ac} = densité acier (kg/m³)

A = angle de divergence du jet (degrés)

Des essais à blanc dans l'atmosphère ont montré que l'angle A est compris entre 4° et 7° , d'où l'on peut calculer à l'aide de l'équation (1) une profondeur de pénétration L allant de 15 à 50 cm. (avec $Q_c = 300 \text{ kg/min}$, $v_c = 150 \text{ m/s}$, $L_o = 1,5 \text{ m}$).

En réalité on est loin des conditions idéales qui ont mené à l'équation (1). Il faut en effet tenir compte du fait que lors de la récarburation:

- 0 a) la tuyère verticale de soufflage du mélange de gaz/matières solides est entourée par plusieurs tuyères de soufflage d'oxygène primaire qui provoquent une augmentation de l'angle de divergence A du jet gaz/ matières solides. L'effet d'aspiration des jets d'oxygène entraîne en effet une dépressurisation de la région centrale qu'ils entourent et dans laquelle se déplace le jet de gaz/matières solides. Ce jet dont la pression statique à l'embouchure est de 1 bar subit par conséquent une expansion brusque causant un déplacement radial des particules et par conséquent une diminution de leur concentration.
- 5 b) le freinage du flux de gaz porteur par le bain liquide crée en outre un contre-courant qui élargit la zone d'impact sur le bain. Le gaz porteur n'entre pas dans le bain d'acier; il est fortement décéléré à la surface du bain, ce qui se traduit par une diminution de la pression dynamique et par une augmentation corrélative de la pression statique. Il s'établit un gradient de pression dans la région comprise entre les jets d'oxygène et le jet central qui est générateur de contre-courants absorbés progressivement par les jets. Ces contre-courants renforcent l'action de cisaillement entre le jet central et l'atmosphère qui l'entoure.
- 0 c) la différence entre la vitesse du gaz porteur (approx. 320 m/s) et des particules (approx. 180 m/s) à la sortie de la tuyère crée des micro-turbulences supplémentaires à l'intérieur du jet.
- 5 Il s'ensuit que l'angle de divergence A du jet de particules dans le creuset doit être nettement supérieur à celui observé lors d'essais à blanc.

Si A devient supérieur à la valeur limite

$$A_{\text{seuil}} = 2 \arctg \left[\frac{\frac{\sqrt{Q_c \cdot \Delta t}}{10\pi Q_c d_c} - d_o}{2 L_o} \right]$$

on peut calculer que la profondeur de pénétration L n'est plus que de quelques centimètres.

(Δt = "temps d'ouverture" du bain

10 d_o = diamètre de sortie de la tuyère).

La présente invention a comme but de proposer une tuyère qui limite les phénomènes décrits sous les points a et c ci-dessus et qui assure une profondeur de pénétration élevée des particules dans le bain liquide, sous condition que les tuyères d'oxygène soient disposées de façon appropriée.

Ce but est atteint selon l'invention par le fait que la tuyère d'accélération est prolongée par une pièce dont l'angle d'évasement est supérieur à celui de la tuyère d'accélération et est entourée vers son embouchure par une deuxième tuyère formant enveloppe et reliée à une source de gaz. Au lieu de prendre deux sources de gaz distinctes pour alimenter la tuyère d'accélération et la tuyère formant enveloppe, on peut dériver une partie du gaz traversant la tuyère d'accélération par l'intermédiaire de fentes usinées dans celle-ci; les fentes agissent comme séparateur des phases gazeuses et particules solides et empêchent les particules solides de pénétrer dans la tuyère formant enveloppe. D'autres variantes d'exécution sont décrites dans les sous-revendications 2-10.

30

Les avantages de l'invention consistent dans l'obtention d'un jet de matière carbonée dont l'angle de divergence A est inférieur à 2° (pour des essais à blanc). Pour autant que A reste inférieur à A_{seuil} dans le creuset, la profondeur de pénétration théorique sera approximativement de 2 m. De plus, le jet de gaz supplémentaire empêche une combustion prématurée de la matière granulée au-dessus du bain métallique.

35

L'invention est exposée ci-après plus en détail à l'aide d'un dessin représentant deux modes d'exécution.

- La fig. 1 représente de manière schématique une coupe à travers
5 une partie d'une tête de lance réalisée conformément à la présente invention.

Sur la fig. 1 on distingue une partie d'une tuyère 1, reliée à une source (non représentée) de particules solides et de gaz et guidant
10 le jet de gaz porteur/matières solides 2. A l'embouchure 3 de la tuyère centrale 1, le gaz porteur possède une vitesse V_1 supérieure à 300 m/s alors que la vitesse V_2 des granules de matière solide est inférieure à 200 m/s. Une pièce conique tronquée 4, d'une longueur
15 d'une vingtaine de centimètres et à angle d'évasement valant quelque 2° (supérieur à celui de la tuyère centrale), est montée dans la prolongation de la tuyère centrale 1. La différence de section des deux bases 3 et 5 de la pièce conique 4 est choisie telle que la
vitesse du gaz porteur soit comparable à celle des particules solides à l'embouchure 5. - Etant donné la faible longueur de la
20 pièce conique 4, la vitesse des particules solides varie peu.-

Une tuyère 8, reliée à une source de gaz sous pression (non représentée), est concentrique à la tuyère centrale 1 et forme enveloppe
25 autour de celle-ci. Elle présente, vers l'embouchure du dispositif, des parois intérieures et extérieures parallèles, de sorte à créer un flux de gaz 10 sensiblement parallèle. Le gaz 10 jouant le rôle d'écran est de préférence de même nature que le gaz porteur et possède, en passant entre les parois parallèles, une vitesse ou bien
proche de celle du gaz porteur après le passage de celui-ci à tra-
30 vers la pièce conique 4, ou bien supersonique (moyennant l'adjonction d'une tuyère de Laval annulaire, tel qu'indiqué en pointillé - référence 12- sur la fig. 1). Pour éviter que la pièce conique 4 ne
soit, de par sa forme divergente, la source de turbulences dans le gaz 10, celle-ci est avantageusement prolongée par une pièce cylin-
35 drique 6, dont la paroi s'amincit vers son embouchure 7.

Dans la variante d'exécution représentée, le conduit qui guide le mélange de gaz porteur/particules solides fait à l'approche de son embouchure également office de paroi intérieure de la tuyère formant enveloppe. Il est avantageux de placer l'embouchure 7 du conduit qui guide le mélange de gaz porteur/particules solides en retrait de l'embouchure 9 de la tuyère 8 qui forme enveloppe. Ceci permet de souffler lors de l'affinage et entre les phases de recarburation uniquement du gaz (ayant un rôle de refroidissement et de protection contre les éclaboussures de scories et de métal) à travers la tuyère 8. Le gaz utilisé peut être neutre ou oxydant; lorsqu'il est oxydant, une légère surpression doit être maintenue à l'intérieur de la tuyère 1. Lors des phases de recarburation, il est indiqué de choisir un gaz-écran neutre.

5 La lance comporte en outre plusieurs tuyères (non représentées), disposées à égale distance autour de la tuyère centrale, fournissant les jets d'oxygène d'affinage. Ces jets d'oxygène sont inclinés d'un angle déterminé X par rapport à l'axe de la lance. Dans une première zone, proche de la tête de lance, l'effet d'aspiration des jets d'oxygène d'affinage et le flux de cisaillement 11 qui en résulte, perturbe principalement le flux de gaz-écran sans trop élargir et perturber le jet de gaz porteur/matières solides, qui garde donc ses propriétés de pénétration. L'angle X détermine l'étendue d'une deuxième zone, située dans le prolongement de la première zone et qui est caractérisée par la présence simultanée de gaz (gaz porteur, gaz écran et oxygène d'affinage) de gouttes d'acier en provenance du bain et de matière carbonifère pulvérulente. Ce sont finalement tous les paramètres gouvernant la largeur de cette deuxième zone qui influent sur la dissolution des particules de charbon dans l'acier liquide dans une troisième zone, située dans le prolongement des première et deuxième zones et dont la limite supérieur est la surface du bain d'acier.

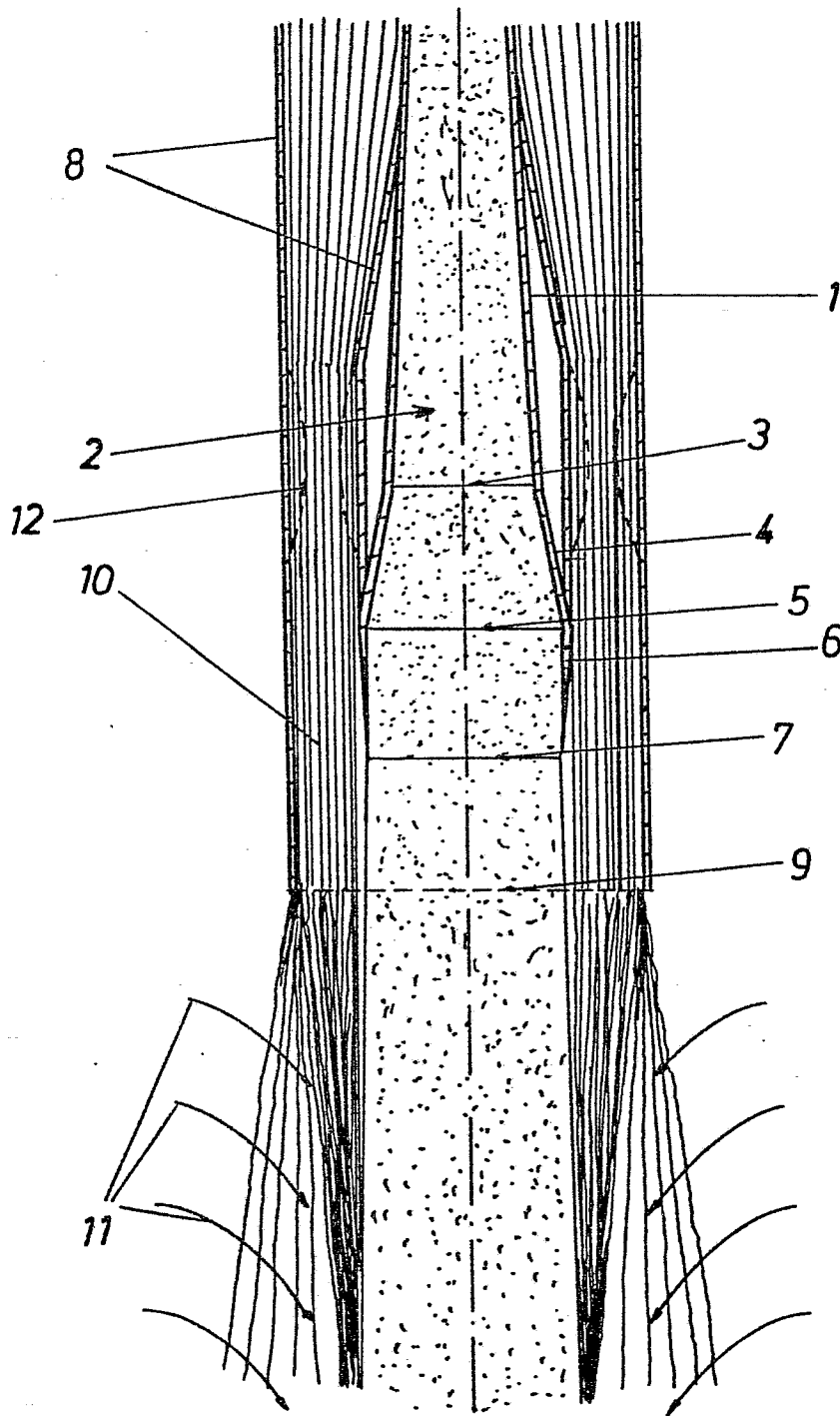
Revendications

1. Dispositif d'adaptation pour tuyère (1) d'accélération de particules solides, en particulier de matière carbonifère pulvé-
5 lente destinée à recarburer un bain d'acier, la dite tuyère étant
reliée à une source de gaz et de particules solides, caractérisé
en ce que la tuyère (1) d'accélération est prolongée par une
pièce (4) dont l'angle d'évasement est supérieur à celui de la
tuyère d'accélération et en ce qu'elle est entourée vers son em-
10 bouchure par une deuxième tuyère (8) formant enveloppe et reliée
à une source de gaz.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
tuyère (8) formant enveloppe a ses parois intérieure et exté-
15 rieure parallèles vers son embouchure.
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
tuyère (8) formant enveloppe constitue, en amont de l'embouchure,
une tuyère de Laval (12) annulaire.
20
4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
pièce (4) dont l'angle d'évasement est supérieur à celui de la
tuyère (1) d'accélération est un cône tronqué.
- 25 5. Dispositif selon une des revendications 1 ou 4, caractérisé en ce
que la pièce (4) dont l'angle d'évasement est supérieur à celui
de la tuyère (1) d'accélération a une longueur comprise entre 10
et 50 cm.
- 30 6. Dispositif selon une des revendications 1 ou 4, caractérisé en ce
que ledit angle d'évasement vaut quelque 2°.
7. Dispositif selon une des revendications 1 ou 4, caractérisé en ce
que la pièce (4) dont l'angle d'évasement est supérieur à celui
35 de la tuyère (1) d'accélération est prolongée par une pièce (6)
en forme de tube.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que la pièce (6) en forme de tube est un cylindre dont la paroi s'amin-
cit vers son embouchure (7).

5 9. Dispositif selon une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce
que l'embouchure (7) du conduit (1,4,6) qui guide les particules
solides est placée en retrait de l'embouchure (9) de la tuyère
(8) formant enveloppe.

10. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la
tuyère (8) formant enveloppe est reliée, par l'intermédiaire de
fentes prévues dans la tuyère (1) d'accélération, à la source de
gaz alimentant la tuyère (1) d'accélération.

FIG. 1