

ROYAUME DE BELGIQUE

BREVET D'INVENTION



MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

N° 883.475

Classif. Internat.: C 21 C

Mis en lecture le:

15 -09- 1980

Le Ministre des Affaires Économiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;

Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;

Vu le procès-verbal dressé le 23 mai 1980 à 15 h. 40
au Service de la Propriété industrielle;

ARRÊTE :

Article 1. — Il est délivré à la Sté dite : SUMITOMO METAL INDUSTRIES,
LTD.,
15, 5-chome, Kitahama, Higashi-Ku, Osaka-shi, Osaka
(Japon),
repr. par l'Office Kirkpatrick-G.C. Plucker à Bruxelles,

R. 40-D

*un brevet d'invention pour: Elaboration d'aciers au carbone et d'aciers
faiblement alliés par oxydérurgie avec soufflage
inférieur,
(Inv. : K. Marukawa, I. Yamazaki, S. Anezaki, T. Kajimoto,
Y. Tozaki, M. Ueda, T. Hirata, S. Masuda, N. Hiroki)*

qu'elle déclare avoir fait l'objet de demandes de brevet
déposées au Japon le 24 mai 1979, n°s 64221/1979,
64222/1979 et 64223/1979, et le 3 juillet 1979, n°s
84521/1979 et 84522/1979

**Article 2. — Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et
périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit
de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.**

*Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention
(mémento descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui
de sa demande de brevet.*

Bruxelles, le 13 juin 1980
PAR DÉLEGATION SPÉCIALE:
Le Directeur

L. SALPÉTIER

MÉMOIRE DESCRIPTIF

DÉPOSÉ A L'APPUI D'UNE DEMANDE

DE

BREVET D'INVENTION

FORMÉE PAR

SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.

pour

Elaboration d'acières au carbone et d'acières faiblement alliés
par oxydérurgie avec soufflage inférieur.

(Inventeurs: K. MARUKAWA, I. YAMAZAKI, S. ANEZAKI, T. KAJIMOTO,
Y. TOZAKI, M. UEDA, T. HIRATA, S. MASUDA et N. HIROKI)

Demandes de brevets japonais Nos. 64.221/1979, 64.222/1979 et
64.223/1979 du 24 mai 1979 et Nos. 84.521/1979 et 84.522/1979
du 3 juillet 1979 en sa faveur.

La présente invention concerne l'élaboration
d'acières au carbone et d'acières faiblement alliés par souf-
flage à l'oxygène dans un four à revêtement basique avec
soufflage inférieur. Plus particulièrement, l'invention
concerne un procédé d'élaboration de l'acier, suivant lequel
on souffle un gaz dans un bain en fusion pour favoriser
l'agitation de ce dernier pendant que de l'oxygène pur est
soufflé à la surface du bain au moyen d'une lance.

Lors de l'élaboration de l'acier par soufflage

CD.MJ.PG.5

FP/S-5-286

supérieur d'oxygène, on introduit de la fonte, de la mitraille et d'autres matières premières dans un convertisseur, puis on effectue l'affinage de l'acier en soufflant de l'oxygène pur sur le bain en fusion au moyen d'une lance à oxygène. Au stade initial ou au stade intermédiaire du soufflage, l'oxygène réagit vivement avec le bain en fusion qui contient encore du carbone en concentration sensible, de sorte que la production de monoxyde de carbone est suffisante pour provoquer l'agitation complète du bain en fusion.

Toutefois, comme la quantité de carbone dans le bain en fusion diminue au stade final du soufflage, la production de monoxyde de carbone diminue rapidement et la réaction entre l'acier en fusion et le laitier s'affaiblit rapidement. En raison de cette diminution de l'efficacité de décarburation de l'oxygène, c'est-à-dire de la baisse du rapport entre la quantité d'oxygène consommée pour la décarburation et la quantité totale d'oxygène soufflé dans le bain en fusion, la présence d'un excès d'oxygène est inévitable et se traduit par l'oxydation du fer loin au delà de la valeur d'équilibre. De plus, en raison de l'agitation insuffisante du laitier et de l'acier en fusion, il s'établit entre ces derniers une différence de température qui a pour effet que la réaction de déphosphoration progresse dans un sens défavorable. Ceci est dû à l'affaiblissement de l'agitation du métal en fusion. Par conséquent, on a déjà proposé de munir un convertisseur à oxygène d'un agitateur électromagnétique. On a déjà proposé aussi d'ajouter de la mitraille de fer au bain au dernier stade du soufflage pour provoquer dans le bain une turbulence due à une différence de température entre la mitraille et le bain. Toutefois, ces propositions n'ont jamais été appliquées parce qu'elles exigent des investissements élevés et parce

que leur effet semble insuffisant.

On a de plus proposé d'imprimer un mouvement de rotation ou de balancement à la lance à oxygène pour augmenter l'agitation du laitier et du métal en fusion. Cette mesure favorise toutefois l'agitation du laitier, mais non celle de l'acier en fusion.

Pour éviter ces inconvénients des procédés connus, on a déjà proposé aussi de souffler du gaz par le fond dans un métal en fusion pendant qu'on souffle de l'oxygène pur sur le bain au moyen d'une lance. Les exemples des gaz ainsi injectés dans le bain se limitent à un gaz inerte comme l'argon et un gaz neutre comme l'azote. Toutefois, comme l'argon est fort onéreux et qu'il doit être soufflé en une quantité relativement grande dans le bain par le fond pour provoquer l'agitation du bain, une forte augmentation des coûts de fabrication est inévitable. L'injection d'azote pur ou d'un gaz formé principalement d'azote, comme l'air comprimé, augmente la teneur en azote du bain en fusion. Par conséquent, le soufflage au moyen d'azote n'est pas applicable non plus.

Le brevet français n°1.151.053 et le brevet des Etats-Unis d'Amérique n°3.854.932 décrivent le soufflage inférieur de différents gaz, notamment l'argon, la vapeur d'eau, l'air, l'oxyde de carbone etc. Cependant, le brevet des Etats-Unis d'Amérique précité concerne la production de l'acier inoxydable, de sorte qu'il vise principalement à supprimer l'oxydation du chrome. Il est dès lors nécessaire d'appliquer le procédé de ce brevet sous pression subatmosphérique. De plus, ces gaz y sont mentionnés comme étant équivalents. En outre, comme le brevet français décrit le soufflage inférieur d'une quantité relativement grande de gaz dans le bain en fusion, le procédé se révèle peu économique.

mique.

De plus, l'oxygène est soufflé au moyen de la lance habituelle sous la forme d'un jet supersonique dans le bain d'acier en fusion. Par conséquent, la température à la surface de contact entre l'oxygène et l'acier en fusion atteint 2000°C ou davantage. Dès lors, les pertes de fer par évaporation (dites ci-après "pertes dans les fumées") sont sensibles. En outre, les difficultés dues aux projections de fines particules de fer après que la réaction a commencé et au débordement de laitier et d'acier en fusion restent non résolues. Par conséquent, même dans ce procédé par soufflage combiné, on ne peut prévoir une augmentation notable du rendement de coulée. Il en est ainsi dans le procédé classique d'élaboration de l'acier à l'oxygène parce que la lance est un béc de type Laval et que le jet d'oxygène est injecté à une vitesse supersonique de Mach 2 à 2,5 de sorte que les inconvénients précités sont inéluctables. Pour éviter ces inconvénients, on a essayé de maîtriser la vitesse de décarburation de même que les conditions régnant dans le laitier pendant le soufflage. Il est cependant difficile de maîtriser ces facteurs pendant la conduite des opérations et en fait il n'a pas été possible d'arriver à l'amélioration de résultats espérée.

Un progrès récent dans ce domaine est le procédé dit "Q-Bop", suivant lequel l'oxygène est soufflé dans le métal non en surface mais par des ajutages disposés au bas du convertisseur. Du fait que dans ce dernier procédé, l'oxygène pur est injecté par soufflage inférieur plutôt que par soufflage supérieur, il est nécessaire de souffler un autre gaz, tel que le propane, pour protéger les ajutages. Par conséquent, dans ce cas également, une quantité relativement im-

portante de gaz de soufflage doit être injectée dans le métal en fusion. Le "temps de mélange uniforme", dont la définition est détaillée ci-après, est d'environ 10 secondes.

La présente invention a pour but principal de procurer un procédé pour élaborer des aciers au carbone et des aciers faiblement alliés par soufflage à l'oxygène dans un four à revêtement basique.

Elle a aussi pour but de procurer un procédé économique pour agiter convenablement le bain en fusion dans un convertisseur d'acier soufflé à l'oxygène.

Elle a en outre pour but de procurer un procédé pour élaborer des aciers au carbone et des aciers faiblement alliés par soufflage à l'oxygène dans un four à revêtement basique, suivant lequel un gaz usé quittant le four est mis en circulation et utilisé comme unique source de gaz pour le soufflage à travers le fond du four.

Elle a de plus pour but de procurer un procédé pour élaborer des aciers au carbone et des aciers faiblement alliés avec un meilleur rendement de coulée.

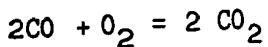
L'invention a pour objet un procédé d'élaboration d'aciers au carbone et d'aciers faiblement alliés par soufflage à l'oxygène dans un four à revêtement basique, qui est caractérisé en ce qu'on souffle un gaz formé principalement de dioxyde de carbone dans le métal en fusion par au moins un ajutage disposé dans le bas ou la paroi latérale du four à revêtement basique au moins pour partie pendant la durée qui s'étend du début du soufflage jusqu'à la coulée de l'acier, le débit du gaz de soufflage inférieur étant de 1/200 à 9/100 du débit de l'oxygène soufflé sur le bain en fusion au sortir d'une lance.

Le gaz de soufflage formé principalement de dioxyde de carbone peut comprendre plus de 50% en volume de dioxyde

de carbone, notamment le gaz usé d'un four d'affinage tel qu'un convertisseur produisant de l'acier et un gaz purifié ou concentré provenant d'un gaz de combustion d'un four de chauffage. D'autres constituants du gaz de soufflage peuvent être l'azote, l'oxygène etc. La teneur en azote du bain en fusion est d'autant plus élevée que la quantité d'azote dans le gaz de soufflage est plus grande. Dans le cas de la production des aciers effervescents habituels, une quantité d'azote de moins de 50% en volume peut être contenue dans le gaz de soufflage sans qu'il en résulte d'inconvénients. Il est néanmoins préférable d'utiliser un gaz contenant moins de 20% en volume d'azote lorsque le but de l'opération est de produire un acier à faible teneur en azote. Il convient de noter cependant que lorsqu'une quantité relativement importante d'azote est soufflée dans le bain en fusion, l'azote est éliminé presque complètement jusqu'au moment où la teneur en carbone tombe à 0,5%. Il en est ainsi parce que la réaction de désazotation est vive lorsque la teneur en carbone est de plus de 0,5%. Par conséquent, de l'azote peut être soufflé au lieu de dioxyde de carbone dans le bain en fusion jusqu'au moment où la teneur en carbone tombe à 0,5%. Après que la teneur en carbone est tombée à 0,5% sinon moins, le soufflage inférieur doit être effectué conformément à la présente invention.

De plus, un dépôt de concrétions d'une épaisseur d'environ 5 à 15 cm se forme parfois à l'extrémité de l'ajutage lors de l'exécution du procédé de l'invention en raison de la différence de température entre l'ajutage refroidi par le gaz de soufflage et le bain en fusion qui l'entoure. La Demanderesse est portée à croire que ce dépôt se constitue au début de l'opération et est formé principalement de laitier.

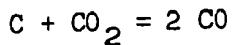
La formation de ce dépôt à l'extrémité de l'ajutage rend difficile de souffler le gaz en une quantité déterminée au préalable. Pour éviter cette difficulté, il est recommandable d'augmenter la pression ou le débit du gaz soufflé au point que le dépôt soit rendu poreux par le passage du gaz dans l'ajutage. Il est recommandable aussi d'incorporer une petite quantité d'oxygène au gaz de soufflage pour exploiter la chaleur qu'il dégage par la réaction suivante:



Conformément à l'invention, le soufflage inférieur est effectué au moins pour partie pendant la durée qui s'étend du début du soufflage d'oxygène par la lance jusqu'à la coulée de l'acier affiné fondu. Le débit de soufflage inférieur peut être modifié au long des opérations, par exemple en fonction de l'avancement de l'élaboration de l'acier dans le convertisseur. Par exemple, il est préférable d'augmenter le débit de soufflage au stade final du soufflage supérieur pour compenser la baisse d'agitation due au ralentissement de la réaction de décarburation. Par conséquent, une réaction d'affinage efficace peut être poursuivie avec succès jusqu'à son terme, ce qui permet une réduction remarquable de la quantité de gaz consommée.

Le soufflage de dioxyde de carbone est de préférence effectué au moyen d'au moins un ajutage ménagé au bas ou dans la partie latérale du convertisseur d'acier soufflé à l'oxygène.

Les avantages résultant de l'utilisation du dioxyde de carbone comme gaz de soufflage tiennent non seulement au fait qu'il est moins onéreux qu'un gaz inerte tel que l'argon, mais aussi au fait que le dioxyde de carbone double de volume lors de son admission dans le bain en fusion en raison de la réaction suivante:



causant ainsi une vive agitation du bain. En d'autres termes, il faut moins de gaz pour provoquer la même agitation que si celle-ci était entretenue au moyen d'argon ou d'azote. Cette réduction de la quantité de gaz consommée signifie qu'il est possible de simplifier l'appareillage, notamment la tuyauterie nécessaire pour souffler le gaz dans l'acier en fusion conformément à l'invention. D'un point de vue pratique, cette particularité est fort avantageuse.

Conformément à l'invention, le débit du gaz de soufflage inférieur est limité à moins de 9/100 et de préférence à moins de 5/100 du débit d'oxygène soufflé sur le bain en fusion au sortir d'une lance. En d'autres termes, une quantité relativement faible du gaz est injectée par soufflage inférieur dans le bain en fusion. Lorsque le gaz de soufflage inférieur est injecté dans le bain en quantité de plus de 9/100 du débit de l'oxygène soufflé au moyen d'une lance, l'agitation est tellement vive que le rendement de coulée baisse sensiblement en raison d'un débordement trop important du bain en fusion. D'autre part, lorsque la quantité du gaz de soufflage inférieur est inférieure à 1/200 du gaz de soufflage supérieur, l'agitation nécessaire du bain ne peut être assurée.

De plus, la quantité de gaz de soufflage inférieur est de préférence limitée en fonction de la quantité de métal en fusion à traiter, indépendamment du débit de soufflage de l'oxygène pur au moyen d'une lance. Suivant cette forme de réalisation, la quantité de gaz injectée dans le bain en fusion est précisément réglée ou ajustée de manière que le temps de mélange uniforme soit de 20 secondes ou davantage.

Par "temps de mélange uniforme", il y a lieu d'entendre le temps nécessaire pour mélanger uniformément l'acier

en fusion et le laitier en fusion uniquement par effet du soufflage inférieur. Le temps de mélange uniforme est un facteur qui a été introduit par K. Nakanishi et al.

("Ironmaking and Steelmaking" (1975) 3, 193) et est défini par la relation suivante:

$$\text{temps de mélange uniforme } t = 800 \times \dot{\epsilon}^{-0,4} \text{ (sec.)}$$

$$\dot{\epsilon} = 28,5 \frac{Q}{W_g} \times T \times \log (1 + Z/148) \text{ (Watt/tonne)}$$

avec

Q = débit de gaz (Nm^3/mn)

W_g = quantité d'acier en fusion (tonne)

T = température du bain ($^{\circ}\text{K}$)

Z = profondeur du bain (cm)

Dans une forme de réalisation préférée, le temps de mélange uniforme est de plus de 30 secondes. Lorsque la quantité de gaz tombe entre les limites indiquées ci-dessus, l'agitation est convenable. Lorsque le temps de mélange uniforme est inférieur à 20 secondes, l'agitation entre l'acier en fusion et le laitier en fusion est tellement vive que la réduction de l'oxyde de fer du laitier en fusion progresse avec excès et fait baisser la teneur en oxyde de fer qui est efficace pour la déphosphoration de l'acier en fusion. En outre, lorsque le temps de mélange uniforme est inférieur à 15 secondes, les pertes d'acier en fusion par les ajutages sont importantes et font baisser le rendement de coulée de l'acier.

Lorsque le temps de mélange uniforme est supérieur à 70 secondes, c'est-à-dire lorsque la quantité de gaz de soufflage inférieur est fortement réduite, aucune agitation n'est à prévoir et le soufflage est sensiblement le même que lors de l'élaboration habituelle de l'acier à l'oxygène par soufflage supérieur. Il en résulte une augmentation notable de la quantité totale de fer dans le laitier en fusion

et une diminution du rendement de coulée. Il est dès lors désirable de régler le temps de mélange uniforme à une valeur de 20 à 70 secondes.

Sur la base des expériences, on peut indiquer, par exemple, que lorsque la profondeur du bain est de 250 cm, une temps de mélange uniforme de 20 secondes correspond à un débit de soufflage inférieur de $0,5 \text{ Nm}^3/\text{mn}$ par tonne d'acier en fusion et qu'un temps de mélange uniforme de 70 secondes correspond à $0,02 \text{ Nm}^3/\text{mn}$ par tonne d'acier en fusion.

Compte tenu du fait que l'oxygène est évacué principalement sous forme de monoxyde de carbone après la décarburation dans un tel four d'affinage par soufflage supérieur d'oxygène, l'invention a, suivant un aspect, pour objet un procédé d'affinage d'acières suivant lequel on utilise ce gaz usé comme unique source du gaz soufflé par le fond dans le bain en fusion pour l'agitation de celui-ci. Dans ces conditions, le procédé produit son propre gaz pour l'agitation de l'acier en fusion.

L'invention a donc également pour objet un procédé d'élaboration d'acières par soufflage de l'oxygène dans un four à revêtement basique avec soufflage supérieur d'oxygène pur et soufflage inférieur d'un gaz formé principalement de dioxyde de carbone, qui est caractérisé en ce qu'un gaz usé évacué et collecté du four est mélangé avec un supplément d'oxygène et de vapeur d'eau, après quoi le mélange est brûlé et le gaz de combustion résultant formé principalement de dioxyde de carbone est utilisé au moins pour partie comme gaz de soufflage inférieur.

Comme ce gaz de combustion contient parfois une quantité relativement importante d'azote, il est préférable d'éliminer l'azote ou de séparer le dioxyde de carbone du gaz de combustion, puis d'utiliser le gaz riche en dioxyde

de carbone comme gaz de soufflage inférieur. L'élimination de l'azote du gaz de combustion est effectuée de préférence lors de l'élaboration d'un acier à faible teneur en azote.

Pour l'exécution du procédé ci-dessus, l'invention a également pour objet un appareil pour l'élaboration d'acières comprenant un système de circulation de gaz qui comprend, en combinaison, un four à revêtement basique soufflé à l'oxygène permettant le soufflage supérieur de l'oxygène et le soufflage inférieur d'un gaz riche en dioxyde de carbone, un dispositif pour collecter le gaz usé produit dans le four, un dispositif pour brûler ce gaz avec de l'oxygène et/ou de la vapeur d'eau, un dispositif éventuel pour séparer le gaz de combustion en dioxyde de carbone et en azote et un système de conduite pour alimenter l'acier en fusion dans le four au moyen du dioxyde de carbone produit dans le brûleur et le séparateur.

L'invention a de plus pour objet un procédé qui est caractérisé en ce que l'oxygène de soufflage supérieur est soufflé par une lance sur le métal en fusion à une vitesse de sortie de Mach 0,8 à 2,0 et de préférence de Mach 0,8 à 1,5.

Suivant un autre aspect de l'élaboration d'acières par soufflage supérieur d'oxygène, l'invention a pour objet un procédé qui est caractérisé en ce qu'une poudre d'un agent formateur de laitier (fondant) comprenant de la chaux vive, du calcaire, de la fluorite, de la dolomie, de l'oxyde de fer ou un mélange de telles substances est admise avec le jet d'oxygène de soufflage supérieur et, simultanément, du dioxyde de carbone est soufflé par le bas dans l'acier en fusion pendant le soufflage supérieur de l'oxygène ou même jusqu'au début de la coulée, c'est-à-dire au moins pour partie pendant la durée s'étendant du début du soufflage jusqu'à la coulée

du bain en fusion.

Lors de l'utilisation du convertisseur classique à soufflage supérieur d'oxygène, le jet d'oxygène peut être débité en même temps qu'une poudre au moyen d'une lance classique de soufflage supérieur à l'oxygène. Néanmoins, l'admission d'une poudre dans une conduite d'oxygène sous haute pression exige toujours des dépenses d'installation élevées. Par conséquent, un trajet distinct est prévu pour amener la poudre au moyen d'un gaz véhiculaire jusqu'à l'extrémité de la lance à oxygène et pour mélanger la poudre avec un jet d'oxygène débité par l'ajutage de la lance. De la sorte, les défauts précités du procédé LD-AC peuvent être supprimés sans abrasion du bec de soufflage d'oxygène de type Lavel. Plus spécifiquement, une lance à gaine triple (quatre tubes coaxiaux) est utilisée dans une forme de réalisation de l'invention (voir Fig. 6 et 7) dans un exemple d'un tel procédé. Le gaz véhiculaire pour la poudre de fondant n'est pas critique et un gaz approprié peut être choisi en fonction de la composition et de la granulométrie du fondant, du diamètre intérieur des conduites, de la nature et du débit du gaz véhiculaire ou du type du four. Néanmoins, il est désirable que la quantité totale d'un fondant en poudre déterminé soit admise en une durée valant à peu près les trois quarts de la durée de soufflage. Cette mesure est nécessaire pour dissoudre le fondant pendant l'affinage et former rapidement un laitier réactif pour l'affinage efficace.

Suivant le procédé de l'invention, un gaz est soufflé par le bas dans un bain d'acier en fusion tandis qu'un fondant est admis au moyen d'une lance, le débit du gaz de soufflage inférieur étant de préférence de 0,02 à 0,50 Nm^3/mn par tonne d'acier en fusion lorsque la profondeur du bain est de 250 cm. Dans cet intervalle, l'oxyda-

tion du fer et du manganèse diminue lorsque le débit de gaz augmente. Par conséquent, en choisissant un programme convenable pour souffler le fondant et pour souffler le gaz par le bas dans le bain d'acier en fusion, suivant la nature de l'acier élaboré, il est possible d'obtenir un acier ayant la composition finale désirée avec beaucoup de précision, un bon rendement et beaucoup de facilité.

L'invention est décrite plus en détail ci-après.

Elle est particulièrement applicable à l'élaboration d'acières au carbone comme l'acier effervescent, l'acier calmé etc. et d'acières faiblement alliés. Plus particulièrement, elle procure un procédé satisfaisant pour élaborer d'acières à faible teneur en carbone, par exemple, contenant moins de 0,3% de carbone.

Le procédé de l'invention offre les avantages ci-après sur les procédés classiques.

Comme l'oxydation du fer, du manganèse etc. est sensiblement inhibée, le rendement en acier augmente nettement et la quantité de ferro-alliages consommés peut être diminuée. De plus, comme la différence de température entre le laitier et l'acier en fusion diminue, la déphosphoration est favorisée. Un autre avantage de l'invention est que le gaz de soufflage, à savoir le dioxyde de carbone, est abondant dans les aciéries et disponible à bas prix. Ceci constitue un aspect économique de l'invention. Dès lors, celle-ci offre également de l'intérêt dans le domaine de l'économie des énergies et de la prévention de la pollution de l'environnement.

Comme déjà indiqué, le procédé de l'invention est aisément applicable pour une élaboration classique de l'acier par installation d'au moins un ajutage dans un four à revêtement basique soufflé à l'oxygène de type habituel. Il est évident

que l'invention ne s'applique pas exclusivement aux convertisseurs à oxygène existants. Dans les limites où la combinaison du soufflage supérieur et du soufflage inférieur est possible, l'invention est applicable à tout type de four d'affinage des métaux.

Fig. 1 est une vue latérale en élévation représentant schématiquement un four à revêtement basique soufflé à l'oxygène avec soufflage inférieur conforme à l'invention;

Fig. 2 est un diagramme des programmes de soufflage conformes à l'invention;

Fig. 3 est un diagramme illustrant l'agencement de l'appareil pour l'élaboration d'acières conforme à l'invention;

Fig. 4 et 5 sont des diagrammes illustrant les effets de l'invention;

Fig. 6 est une vue du bas de la lance à gaine triple utilisée dans une forme de réalisation de l'invention et

Fig. 7 est une vue en coupe longitudinale dans cette lance suivant la ligne a-a de la Fig. 6.

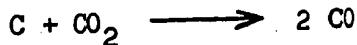
Conformément à l'invention, de la fonte en fusion, de la mitraille d'acier et d'autres matières premières sont introduites dans un four à revêtement basique soufflé à l'oxygène avec soufflage inférieur, c'est-à-dire le convertisseur 1 illustré à la Fig. 1. Des ajutages concentriques 2 sont disposés au nombre de deux à dix dans le fond du convertisseur soufflé à l'oxygène. Pendant le fonctionnement du convertisseur, de l'oxygène pur soufflé à la surface ou dans le bain de métal en fusion 3 au moyen d'une lance 4, tandis que du gaz de soufflage inférieur formé principalement de dioxyde de carbone est soufflé dans le métal en fusion par les ajutages 2. Les ajutages sont disposés en deux

rangées dans le présent exemple. Il convient de noter néanmoins que la structure, l'agencement et le nombre des ajutages ne sont pas limités aux indications données.

Dans une forme de réalisation préférée de l'invention, un gaz formé principalement de dioxyde de carbone et amené par les conduites 5 est soufflé dans le métal en fusion 3 par des ajutages concentriques 2 disposés au fond du four à revêtement basique soufflé à l'oxygène, au moins pendant la durée qui s'étend du début du soufflage jusqu'à la coulée du métal en fusion, le débit du gaz de soufflage inférieur étant inférieur à 9/100 du débit d'oxygène soufflé sur le bain en fusion par la lance 4.

Dans une forme de réalisation de l'invention, le temps de mélange uniforme est ajusté à 20 secondes sinon davantage.

Une autre forme de réalisation de l'invention est décrite avec référence à la Fig. 3 représentant un four d'aciérie soufflé à l'oxygène 31, muni d'une lance supérieure à oxygène 32 et d'une série d'ajutages 33 pour le soufflage inférieur d'un gaz. De l'oxygène est soufflé par la lance de soufflage supérieur 32 dans le four 31 pour la conduite de la décarburation et est évacué principalement sous forme de monoxyde de carbone. Un gaz formé principalement de dioxyde de carbone est injecté par les ajutages de soufflage inférieur 33 dans le four 31 où il se décompose conformément à la réaction suivante:



et quitte ensuite le four. Le monoxyde de carbone de ces deux origines est collecté dans une hotte 34 surmontant le four 31. Ces gaz contiennent moins de 20% en volume d'azote parce qu'ils refoulent l'air en étant collectés dans la hotte.

Le gaz collecté dans la hotte 34 est d'abord débarrassé des poussières dans un collecteur de poussières 35, puis est amené à un réservoir 36 où il est emmagasiné temporairement avant les traitements ultérieurs. Le gaz du réservoir 36 est mélangé avec de l'oxygène et/ou de la vapeur d'eau avant d'entrer dans un brûleur 37. Le gaz du réservoir 36 peut être brûlé avec de l'oxygène provenant d'un réservoir d'oxygène 41 qui alimente en oxygène la lance à oxygène 32 pour le soufflage supérieur et est éventuellement séché avant d'être transféré dans le réservoir de dioxyde de carbone 39, ou bien, après la combustion, le gaz peut être débarrassé de l'azote dans un séparateur CO_2/N_2 38 qui augmente sa teneur en dioxyde de carbone avant le transfert dans le réservoir à dioxyde de carbone 39.

Le dioxyde de carbone amené au réservoir 39 alimente par le régulateur d'écoulement 40 l'ajutage de soufflage inférieur 33. En variante, le dioxyde de carbone peut être mélangé avec du gaz non traité provenant du réservoir 36 avant d'alimenter l'ajutage 33.

Le gaz injecté par l'ajutage de soufflage inférieur 33 dans le bain est capté à nouveau dans la hotte 34 avec le monoxyde de carbone provenant de la décarburation. Par conséquent, le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone sont recyclés suivant le trajet décrit.

Une autre forme de réalisation est décrite ci-après avec référence aux Fig. 6 et 7. Un convertisseur à soufflage supérieur d'oxygène pur de 2 tonnes est muni de deux ajutages inférieurs (d'un diamètre intérieur de 8 mm) permettant de souffler un gaz à partir du bas du bain de métal en fusion. La lance à oxygène pour le soufflage supérieur est une lance à gaine triple (quatre tubes coaxiaux) 61 représentée en vue inférieure et en coupe longitudinale aux Fig. 6

et 7, le centre du disque 63 du bec 62 de la lance comportant un orifice unique 65, d'un diamètre de 10 mm, qui constitue un passage 64 pour débiter du fondant en poudre, lequel orifice est entouré de trois orifices 67, chacun d'un diamètre de 4,2 mm, qui constituent des passages 66 pour débiter l'oxygène. Cette lance permet de souffler la poudre à la surface du bain 68 pendant qu'elle se mélange avec l'oxygène débité par les trois orifices contigus.

L'invention est illustrée plus en détail par les exemples suivants.

EXEMPLE 1 -

On utilise pour appliquer l'invention un convertisseur à oxygène de type classique d'une capacité de 250 tonnes. On dispose au fond du convertisseur quatre ajutages d'un diamètre de 10 mm. On introduit dans le convertisseur, comme matières premières principales, 215 tonnes de fonte en fusion et 35 tonnes de mitraille de fer, outre 3 tonnes de chaux vive. Cette fonte en fusion comprend, sur base pondérale, 4,63% de carbone, 0,48% de silicium, 0,45% de manganèse, 0,123% de phosphore, 0,0018% de soufre, 0,0038% d'azote et pour le reste du fer et des impuretés accidentnelles. Sa température est de 1385°C.

On exécute comme décrit ci-après le soufflage inférieur et le soufflage supérieur.

On effectue un soufflage supérieur d'oxygène au débit de 40.000 Nm³/h suivant le programme illustré à la Fig. 2. On effectue le soufflage inférieur également suivant le programme de la Fig. 2. Comme il ressort de la Fig. 2, on commence le soufflage inférieur au débit de 50 Nm³/h et on augmente le débit à 100 Nm³/h au début du soufflage supérieur d'oxygène. Au terme du soufflage, on augmente le débit du soufflage inférieur jusqu'à 200 Nm³/h,

après quoi on le réduit à 50 Nm³/h au terme du soufflage supérieur. Le gaz de soufflage inférieur est un gaz usé provenant d'un convertisseur soufflé à l'oxygène et comprend, sur base volumique, 18% de monoxyde de carbone, 63% de dioxyde de carbone, 16% d'azote et 3% d'hydrogène.

A titre de comparaison, on effectue également une élaboration d'acier à l'oxygène de façon classique dans le même convertisseur à oxygène. La composition des matières premières introduites dans le convertisseur et le mode de soufflage supérieur sont les mêmes que ci-dessus. Toutefois dans ce cas, on n'effectue pas le soufflage inférieur. Le produit désiré est un acier effervescent à faible teneur en carbone. Le tableau I ci-après résume la composition finale de l'acier en fusion.

TABLEAU I

	Composition (% en poids)					T (°C)	T.Fe dans laitier (%)	Rendement de coulée (%)
	C	Mn	P	S	N			
Invention	0,063	0,16	0,017	0,012	0,0025	1625	13,8	96,3
Classique	0,065	0,12	0,021	0,015	0,0011	1618	19,5	95,8

Il ressort de manière évidente des données rassemblées au tableau I que l'acier élaboré conformément à l'invention a une composition du domaine des aciers effervescents à faible teneur en carbone, que la déphosphoration a été remarquablement efficace et que le rendement de coulée est bon.

EXEMPLE 2 -

On répète les opérations de l'exemple 1, mais en utilisant des gaz de différentes natures pour le soufflage inférieur.

Comme déjà indiqué, le gaz de soufflage inférieur
CD.MJ. PG.5

peut être conformément à l'invention un gaz usé provenant de l'élaboration de la fonte ou bien de l'acier. Dans le présent exemple, on utilise un gaz usé de telle nature comme gaz de soufflage inférieur. Le gaz n° 1 est un gaz usé provenant d'un convertisseur à oxygène et rendu riche en dioxyde de carbone. Le gaz n° 2 est un gaz usé provenant d'un four de réchauffage et est rendu riche en dioxyde de carbone.

La composition finale de l'acier en fusion obtenu dans chaque cas est détaillée au tableau III ci-après.

TABLEAU II

Gaz n°	Composition du gaz (% en volume)				
	CO ₂	CO	N ₂	H ₂	O ₂
1	95	0	5	0	0
2	52,6	0	43	3,2	1,2

TABLEAU III

Gaz n°	Composition finale (% en poids)			T.Fe dans laitier (%)	T (°C)
	C	Mn	N		
1	0,058	0,15	0,0019	14,2	1632
2	0,063	0,15	0,0085	14,5	1619

Conformément à l'invention, un gaz usé provenant d'un convertisseur soufflé à l'oxygène convient comme gaz de soufflage inférieur. Si la teneur en azote du gaz usé est inférieure à 50% en volume, la teneur en azote de l'acier finalement obtenu est acceptable. De plus, suivant l'invention, l'agitation du bain en fusion est complète et assure un degré suffisant de décarburation et de déphosphoration.

pour que le procédé de l'invention soit applicable en pratique.

EXEMPLE 3 -

On introduit les matières premières ci-après dans un convertisseur soufflé à l'oxygène tel qu'illustré à la Fig. 1. La capacité du convertisseur est de 250 tonnes et la profondeur du bain de 250 cm. On dispose au fond du convertisseur deux ajutages concentriques, l'ajutage intérieur ayant un diamètre intérieur de 12,7 mm et un diamètre extérieur de 15,4 mm avec une fente d'une largeur de 1,15 mm et l'ajutage extérieur ayant un diamètre intérieur de 17,7 mm et un diamètre extérieur de 19,1 mm.

Fonte en fusion: 220 tonnes

ayant une teneur en manganèse d'environ 0,40% et une teneur en phosphore d'environ 0,15%,

Mitraille de fer: 30 tonnes

Autres :

chaux vive	9 tonnes
mineraï de fer	4,5 tonnes
dolomie légère	3,0 tonnes
fluorite	0,2 tonne
laitier de convertisseur	1,8 tonne

Conformément à l'invention, on injecte différents gaz de soufflage inférieurs dans le bain en fusion tandis qu'on effectue le soufflage supérieur d'oxygène au moyen de la lance. Les conditions de soufflage et le temps de mélange uniforme résultant sont rassemblés au tableau IV.

300475

Essai n°	Soufflage supérieur		Soufflage inférieur		T du bain (°C) A)	Temps de mélange uniforme (secondes)	T.Fe dans la titer (%)	Teneur finale en carbone (%)	Rendement de coulée (%)
	Débit A) (Nm ³ /mn)	Composition du gaz (en volume)	Débit B) (Nm ³ /mn)						
1	600	Ar:CO ₂ =40:60	20 (32)	3,3 100	1600	33,7	11	0,05	96,2
2	600	CO:CO ₂ =40:60	7 (11,2)	1,2 100	1600	51,2	13	0,05	96,0
3	600	néant	-	néant	-	1600	-	20	95,5

Note:

Dans les essais 1 et 2, le dioxyde de carbone injecté double de volume en raison de la réaction $CO_2 + C = 2 CO$. Par conséquent, le débit du gaz de soufflage inférieur dans les essais 1 et 2 est en fait de 32 Nm³/mn et 11,2 Nm³/mn respectivement.

EXEMPLE 4 -

Dans le présent exemple, on utilise un convertisseur à soufflage supérieur d'oxygène d'une capacité de 2 tonnes. On dispose deux ajutages d'un diamètre de 6 mm au fond du convertisseur.

On injecte du dioxyde de carbone par ces ajutages dans le métal en fusion. L'oxygène pour le soufflage supérieur est débité par des ajutages droits et des ajutages type Laver.

Au cours d'une série d'expériences, on modifie le débit du dioxyde de carbone utilisé pour le soufflage inférieur. Dans une autre série d'expériences, on modifie la vitesse de sortie de l'oxygène pour le soufflage supérieur. Les autres conditions expérimentales sont les suivantes:

Forçage: 2000 kg, 1380°C,

4,20% C, 0,52% Si, 0,61% Mn,

0,121% P, 0,020% S

Mitraille: 360 kg

Débit d'oxygène: 6 Nm³/mn

Pression d'oxygène à l'entrée de la lance: 5 kg/cm²

Distance entre le bout de la lance et la surface du bain: 300 mm

Débit de dioxyde de carbone: 0,1 à 2,3 Nm³/mn.t

Vitesse du jet d'oxygène: Mach 0,3 à 2,3

Temps de soufflage: 18,6 minutes

Dans ces conditions, on détermine le rendement de coulée et l'efficacité de l'oxygène. Les résultats sont rassemblés aux Fig. 4 et 5. La Fig. 4 illustre les résultats obtenus lorsque le débit du dioxyde de carbone est modifié entre les limites indiquées tandis que la vitesse de sortie de l'oxygène est de Mach 1. La Fig. 5 illustre les résultats

obtenus lorsque la vitesse de sortie de l'oxygène est modifiée entre les limites indiquées pour un débit de dioxyde de carbone de 1 $\text{Nm}^3/\text{mn.t}$.

Les résultats sont comparés aux Fig. 4 et 5 à ceux obtenus dans le procédé classique avec soufflage supérieur d'oxygène, mais sans soufflage inférieur.

Il ressort de la Fig. 4 que le rendement de coulée (courbe A) et l'efficacité de l'oxygène (courbe B) sont meilleurs que dans le procédé classique pour un débit de dioxyde de carbone de 0,3 à 2,0 $\text{Nm}^3/\text{mn.t}$ lorsque la vitesse de sortie de l'oxygène est de Mach 1. Il ressort de la Fig. 5 que le rendement de coulée (courbe A) et l'efficacité de l'oxygène (courbe B) sont meilleurs que dans le procédé classique lorsque la vitesse de sortie de l'oxygène est de Mach 0,8 à 2,0 et de préférence de Mach 0,8 à 1,5 pour un débit de dioxyde de carbone de 1 $\text{Nm}^3/\text{mn.t}$.

EXEMPLE 5 -

L'appareil pour l'élaboration de l'acier comprend un convertisseur de 250 tonnes à soufflage supérieur d'oxygène muni de quatre ajutages de soufflage inférieur et du système de circulation de gaz comprenant les dispositifs décrits à propos de la Fig. 3. Les conditions d'affinage sont les suivantes: la fonte en fusion comprend 4,63% de carbone, 0,51% de silicium, 0,43% de manganèse, 0,115% de phosphore, 0,023% de soufre et pour le reste du fer (sur base pondérale); la température du bain est de 1358°C, le rapport de métal chaud est de 87% et l'apport de minerai de fer est de 3,5 tonnes, l'apport des matières premières auxiliaires étant de 11 tonnes de chaux vive et 8 tonnes de dolomie.

Le débit d'oxygène pour le soufflage supérieur est de 40.000 Nm^3/h . Le gaz usé collecté au moyen du système de circulation est brûlé, débarrassé de l'azote et débité

à raison de 1500 Nm³/h comme gaz de soufflage inférieur comprenant 98,5% en volume de dioxyde de carbone et 1,5% en volume d'azote. Le programme d'affinage est conçu pour la production d'un acier effervescent à faible teneur en carbone et l'oxygène est soufflé de la même façon que dans le procédé classique tandis qu'un débit constant de gaz de soufflage inférieur est entretenu jusqu'au début de la coulée.

Les résultats de l'affinage sont qu'on obtient un gaz usé comprenant 71,1% en volume de monoxyde de carbone, 15,2% en volume de dioxyde de carbone, 10,5% en volume d'azote et 3,2% en volume d'eau au sortir du four au débit de 108.000 Nm³/h. L'acier obtenu contient 0,0058% de carbone, 0,01% de silicium, 0,11% de manganèse, 0,018% de phosphore, 0,020% de soufre, 0,0011% d'azote et pour le reste du fer (sur base pondérale) et sa température est de 1628°C. Ces résultats prouvent que les opérations d'affinage, comme la décarburation et la désazotation, se prêtent à l'élaboration de l'acier désiré.

EXEMPLE 6 -

On fait fonctionner le convertisseur muni du système décrit suivant quatre modes différents, à savoir le procédé de l'invention (I), le procédé LD-AC (II), le procédé avec soufflage supérieur d'oxygène et soufflage de gaz inférieur autre un apport de fondant en masse (III) et le procédé classique de soufflage supérieur à l'oxygène (IV). Dans chaque cas, les conditions sont celles précisées ci-après et les résultats obtenus sont détaillés au tableau V.

Composition de la fonte: 4,3% C, 0,50% Si, 0,58% Mn, 0,125% P et 0,023% S

Température: 1380°C

Charge: 2000 kg de fonte et

370 kg de mitraille

Débit d'oxygène pour le soufflage supérieur:

6 Nm³/mn.tGaz véhiculaire pour la poudre: argon 1 Nm³/mnGaz de soufflage inférieur: CO₂ 1 Nm³/mnDistance (h) entre la lance et la surface du
bain 300 mm

Durée de soufflage 17,3 mn

TABLEAU V

	Composition chimique (%)					T (°C)	Déborde- ment	T.Fe dans laitier (%)	Rendement (%)
	C	Si	Mn	P	S				
I	0,38	-	0,30	0,012	0,019	1680	néant	6,3	+0,5
II	0,39	-	0,15	0,013	0,021	1685	fort	21,8	-0,7
III	0,38	-	0,27	0,035	0,021	1680	néant	6,5	+0,4
IV	0,41	-	0,14	0,044	0,025	1690	néant	7,3	0

Il ressort des indications données ci-dessus que le procédé de l'invention est fort commode du fait que les convertisseurs existants qui sont soufflés à l'oxygène peuvent être utilisés par simple installation d'un ajutage au fond ou dans la paroi latérale. De plus, le gaz pour le soufflage inférieur peut être le gaz usé que produit le convertisseur, ce gaz subissant ou non un traitement supplémentaire qui augmente sa teneur en dioxyde de carbone. Par conséquent, le procédé de l'invention est aisément applicable aux convertisseurs existants soufflés à l'oxygène et offre des avantages pratiques.

R E V E N D I C A T I O N S.

1 - Procédé d'élaboration d'acières au carbone et d'acières faiblement alliés par soufflage à l'oxygène dans un four à revêtement basique, suivant lequel on prépare un métal en fusion se prêtant à l'élaboration de l'acier par soufflage à l'oxygène dans le four à revêtement basique, et on effectue un soufflage supérieur et un soufflage inférieur, puis on coule l'acier en fusion résultant, caractérisé en ce qu'on souffle un gaz de soufflage inférieur formé principalement de dioxyde de carbone dans le métal en fusion par au moins un ajutage disposé dans le bas ou la paroi latérale du four à revêtement basique au moins pour partie pendant la durée qui s'étend du début du soufflage jusqu'à la coulée de l'acier, le débit du gaz de soufflage inférieur étant de 1/200 à 9/100 du débit de l'oxygène soufflé sur le bain en fusion au sortir d'une lance.

2 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la concentration en azote du gaz de soufflage inférieur est limitée à un maximum de 20% en volume.

3 - Procédé suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le gaz de soufflage inférieur contient une petite quantité d'oxygène.

4 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la quantité de gaz de soufflage inférieur est ajustée afin que le temps de mélange uniforme excède 20 secondes.

5 - Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le temps de mélange uniforme est de 20 à 70 secondes.

6 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'on recueille en outre un gaz usé qui se dégage du four à revêtement basique soufflé à l'oxygène, on mélange ce gaz usé avec de l'oxygène et/ou

de la vapeur d'eau, on brûle le mélange résultant et on recueille le gaz de combustion pour le souffler au moins comme fraction du gaz de soufflage inférieur dans le métal en fusion.

7 - Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce qu'on sépare le dioxyde de carbone du gaz de combustion et on le souffle au moins comme fraction du gaz de soufflage inférieur dans le métal en fusion.

8 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on souffle le gaz de soufflage supérieur sur le métal en fusion à une vitesse de sortie de Mach 0,8 à 2,0.

9 - Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce qu'on souffle le gaz de soufflage supérieur sur le métal en fusion à une vitesse de sortie de Mach 0,8 à 1,5.

10 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'on introduit à l'état de poudre un agent formateur de laitier dans le métal en fusion en même temps que l'oxygène de soufflage supérieur.

11 - Procédé suivant la revendication 10, caractérisé en ce que l'agent formateur de laitier comprend au moins une substance choisie parmi la chaux vive, le calcaire, la fluorite, la dolomie, le minerai de fer et leurs mélanges.

12 - Appareil pour l'élaboration d'acières comprenant un système de circulation de gaz, caractérisé en ce qu'il comprend, en combinaison, un four permettant le soufflage supérieur d'oxygène pur et le soufflage inférieur d'un gaz formé principalement de dioxyde de carbone, un dispositif pour collecter le gaz usé produit dans le four, un dispositif pour mélanger le gaz usé avec de l'oxygène et/ou de la vapeur d'eau, un dispositif pour brûler le mélange résultant et un dispositif pour faire passer le gaz

883475

de combustion résultant par un système de conduites pour l'injecter dans le métal en fusion que contient le four.

13 - Appareil pour l'élaboration de l'acier suivant la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif pour séparer le dioxyde de carbone du gaz de combustion, le dioxyde de carbone ainsi séparé étant injecté dans le métal en fusion au moins comme fraction du gaz de soufflage inférieur.

Bruxelles, le 23 mai 1980

P.Pon.de SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.
OFFICE KIRKPATRICK - G.C. PLUCKER.

h
u
n
u
n

Fig. 1

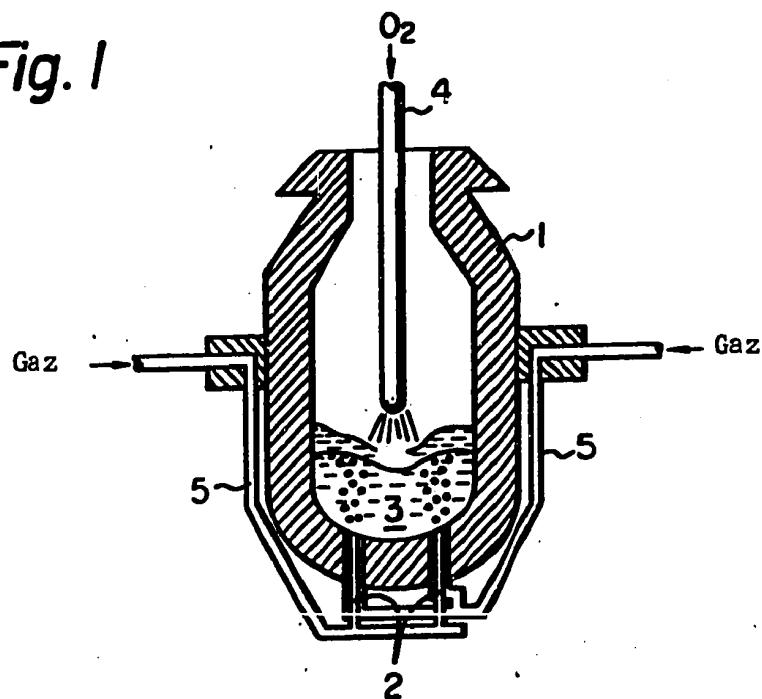
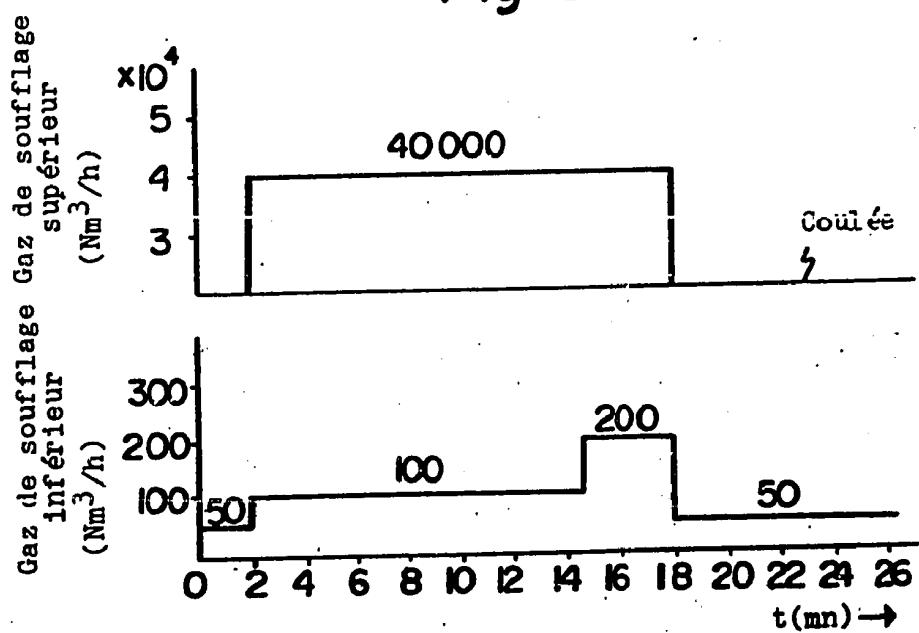
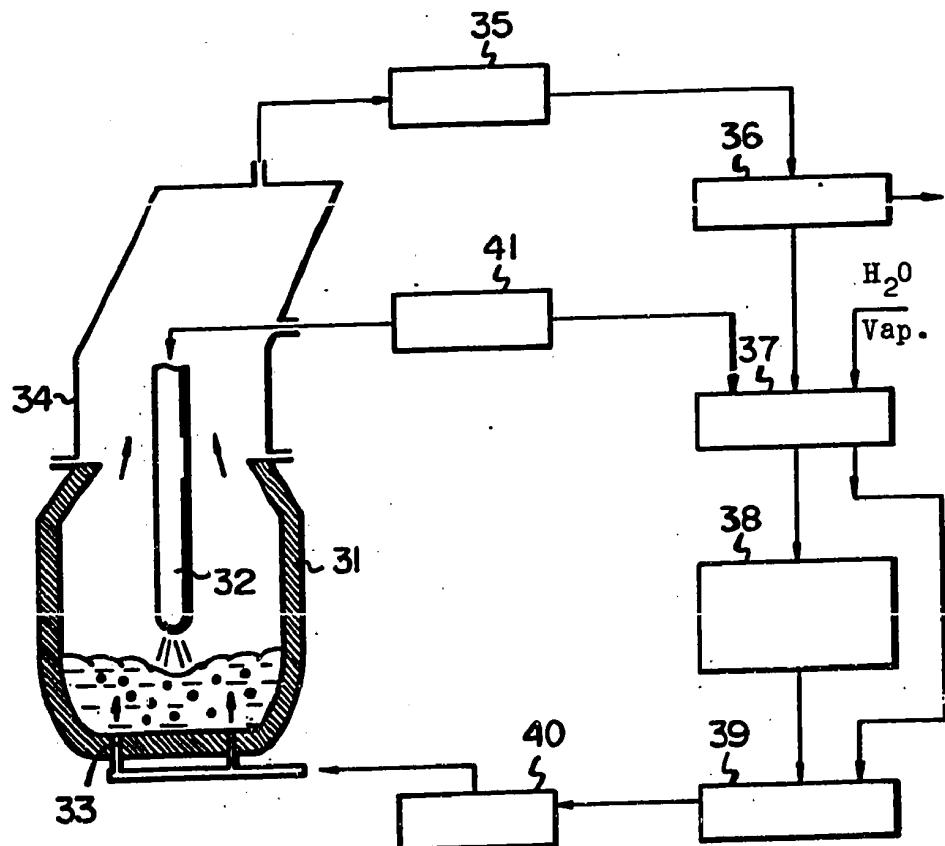


Fig. 2



Bruxelles, le 23 mai 1980
 P. Pon de SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.
 OFFICE KIRKPATRICK - G.C. PLUCKER.

Fig. 3



Bruxelles, le 23 mai 1980
P. Pon de SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.
OFFICE KIRKPATRICK - G.C. PLUCKER.

Fig. 4

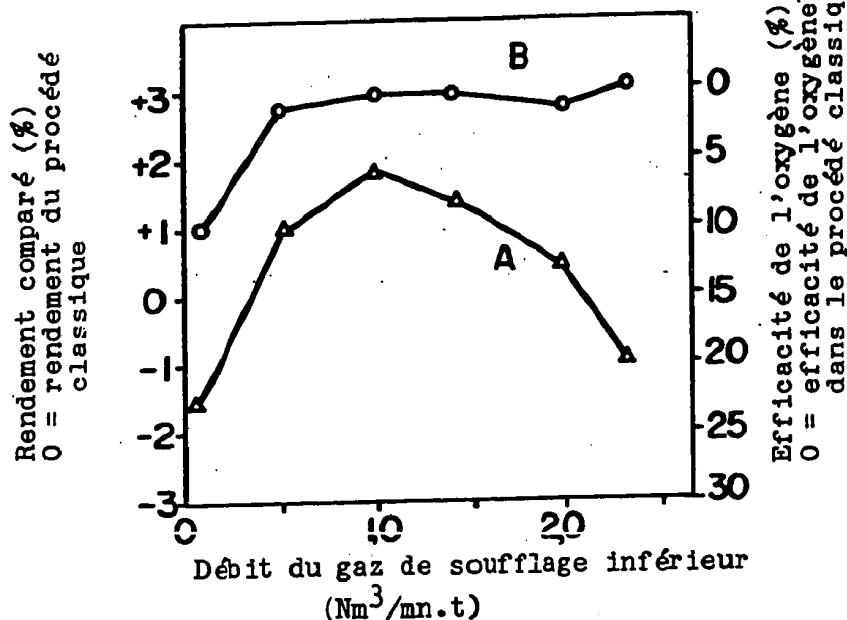
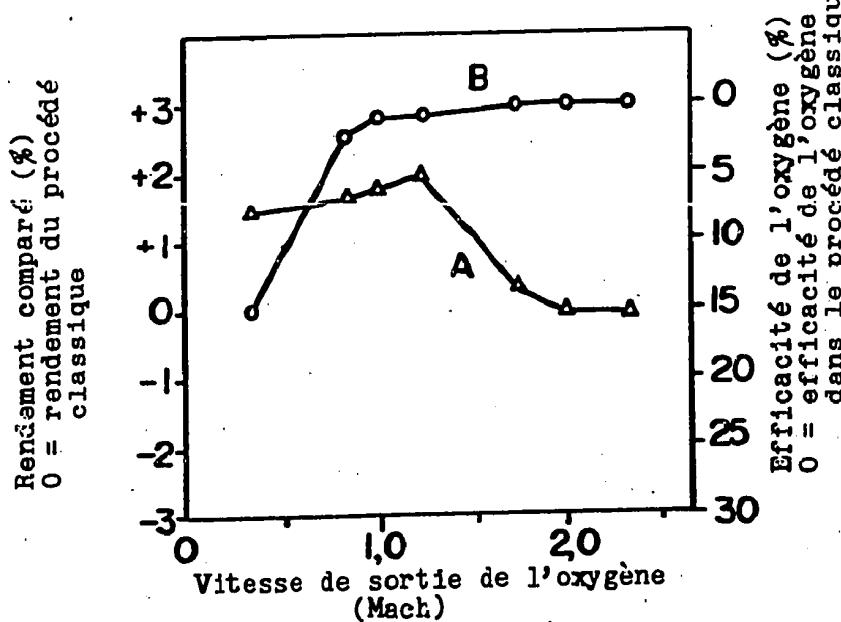


Fig. 5



Bruxelles, le 23 mai 1980
 P. Pon de SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.
 OFFICE KIRKPATRICK - G.C. PLUCKER.

Fig. 6

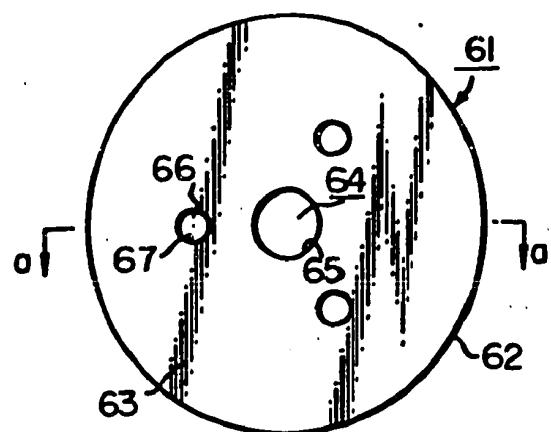
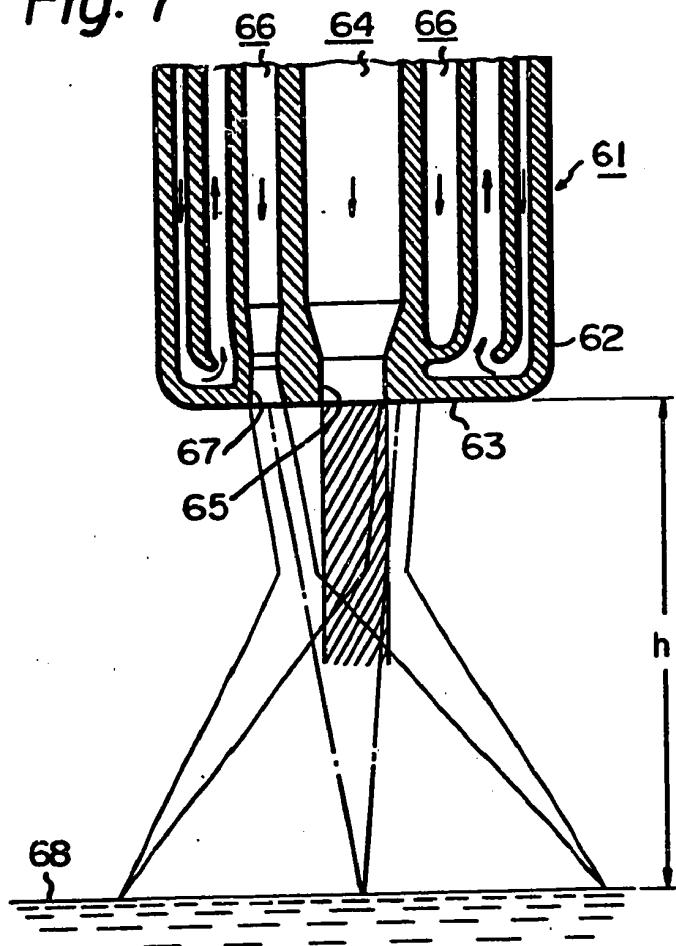


Fig. 7



Bruxelles, le 23 mai 1980
P. Pon de SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.
OFFICE KIRKPATRICK - G.C. PLUCKER.

un