

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 488 620

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 80 17775

(54) Procédé d'élaboration d'acier et acier obtenu par ledit procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl.²). C 21 C 5/04, 5/52.

(22) Date de dépôt..... 12 août 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 7 du 19-2-1982.

(71) Déposant : SIBIRSKY METALLURGICHESKY INSTITUT IMENI SERGO ORDZHONIKIDZE, rési-
dant en URSS.

(72) Invention de : V. I. Selsky, M. M. Privalov, A. P. Grishin, A. V. Gubin, V. E. Panchenko et V.
P. Morokov.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne le domaine de la sidérurgie et a notamment pour objet un procédé d'élaboration d'acier par affinage sur sole, par exemple au four Martin.

5 L'invention est d'une efficacité maximale quand elle est appliquée aux fours Martin transformant des charges métalliques solides, constituées par des déchets d'acier (ribbons) et de la fonte solide. Ce mode d'élaboration est connu dans l'aciérie sous le nom de "procédé Martin aux
10 ribbons".

L'invention peut aussi être appliquée aux fours Martin alimentés en fonte liquide, ainsi qu'aux fours électriques d'aciérie.

A l'heure actuelle on connaît un procédé aux ribbons
15 pour l'élaboration d'acier au four Martin, suivant lequel on charge dans le four des déchets d'acier (ribbons), de la fonte et des scorifiants (castine ou chaux, fluidifiants, etc.), on fait fondre la charge enfournée et on règle le bain de métal aux paramètres prescrits en composition chimique et en température.
20

Le prix de revient de l'acier est essentiellement déterminé par le rapport entre les ribbons et la fonte, la consommation spécifique de ce constituant cher et d'approvisionnement difficile étant assez élevée (350 à
25 450 kg par tonne d'acier).

Dans ce procédé d'élaboration de l'acier, les scorifiants (castine ou chaux), enfournés à raison de 5 à 7 % de la masse de la charge, montent à la surface et se dissolvent dans la scorie seulement à la fin de la période
30 de fusion. Il en résulte que le pouvoir absorbant de la scorie vis-à-vis du soufre n'est pas pleinement utilisé, et les valeurs réelles du coefficient de répartition du soufre entre le métal et la scorie sont loin d'être celles d'équilibre.

35 En outre, par suite du fait que, durant la plus grande partie de la fusion, la scorie a une faible basicité

(rapport des concentrations de CaO et de SiO_2 dans la scorie) et une teneur accrue en oxydes de fer, il se produit durant cette période une dissolution intensive du garnissage du four au niveau de la bande de scorie.

5 On connaît des procédés d'élaboration d'acier, comprenant l'insufflation de produits carbonés (graphite, coke, charbon) ou de scorifiants (chaux, castine, etc.) en poudre. Dans ces procédés, les poudres sont insufflées à la fin de la fusion ou pendant la période de dosage,
10 quand la charge métallique enfournée est pratiquement fondue.

Ces procédés ont des inconvénients, auxquels se rapportent le fait que, pendant le traitement, il se produit une baisse brusque de la température et un
15 accroissement de la viscosité du métal dans la zone au-dessous des lances, ce qui abaisse l'efficacité d'utilisation des produits en poudre, tant carbonés que scorifiants. Par ailleurs, l'abaissement de la quantité de fonte et de scorifiants dans la charge est insignifiant.
20 Au cours du soufflage, il se produit en outre un engorgement des orifices de sortie des lances par le métal, ce qui rend le régime de transport pneumatique instable.

A l'heure actuelle, on connaît aussi un procédé d'élaboration d'acier à partir d'une charge métallique
25 solide, comprenant l'enfournement de la charge métallique et des scorifiants, qui donne une réduction de la quantité de fonte dans la charge, et dans lequel l'apport au métal de la quantité de carbone nécessaire au processus s'effectue par insufflation de produits carbonés dans le bain
30 partiellement fondu, à partir du milieu de la fusion. Un haut degré d'assimilation du carbone par le métal en fusion est obtenu en alternant à chaque portion de 50 à 200 kg de poudre avec un soufflage au gaz oxydant (Bulletin des inventions, découvertes et marques N° 48, publié le
35 30 décembre 1976, Moscou).

L'inconvénient de ce procédé d'élaboration d'acier à

basse consommation de fonte est l'altération des conditions de scorification et de désulfuration du métal dans la seconde moitié de la fusion, ce qui résulte de la présence de morceaux de coke non dissous dans la scorie, de l'oxydation accrue et du moussage de la scorie, d'où l'impossibilité d'une forte réduction de la consommation de fonte.

On s'est donc proposé de créer un procédé d'élaboration d'acier à partir d'une charge métallique solide, par affinage sur sole, qui permettrait, grâce à la modification du régime d'insufflation des scorifiants en poudre, d'accélérer les processus d'élimination des impuretés nuisibles (soufre et phosphore).

Pour résoudre ce problème, l'invention propose un procédé d'élaboration d'acier à partir d'une charge métallique solide, comprenant l'enfournement d'une charge constituée de riblons et de fonte solide, la fusion de la charge ainsi enfournée et la mise à la nuance de l'acier, caractérisé, d'après l'invention, en ce qu'après la formation d'un bain de métal de volume suffisant pour le traitement, on procède à une insufflation cyclique de scorifiant en poudre dans le bain en cours de formation.

L'utilisation d'un scorifiant en poudre assure son assimilation rapide par la scorie en fusion, grâce à la grande surface de réaction de la poudre insufflée.

Quand l'insufflation de la poudre dans le métal liquide est cyclique, les conditions de température créées dans la zone au-dessous des lances sont les plus favorables, l'efficacité d'utilisation des produits en poudre augmente, le transport pneumatique d'effectue à un régime stable. Ceci permet de commencer l'insufflation des scorifiants et d'obtenir une scorie active, de basicité suffisamment élevée, à une étape prématurée de la fusion, d'où la possibilité de réduire notablement la consommation de scorifiants en morceaux enfournés en même temps que la charge métallique, d'accélérer la désulfuration et la déphosphoration du métal, d'élever la production

de l'appareil d'aciérie, ainsi que de diminuer la vitesse de dissolution du garnissage du four pendant la période de fusion.

Il est souhaitable d'utiliser, en tant que produits
5 en poudre, des mélanges à bas point de fusion, constitués essentiellement de chaux, d'oxydants solides et d'additions fluidifiantes. L'addition au mélange d'oxydants solides (minerai de fer, aggloméré, etc.) contenant des oxydes de fer assure l'obtention de composés avec l'oxyde de
10 calcium qui ont un point de fusion bas. Les additions fluidifiantes (fluorine, bauxite, alumine, etc.) sont nécessaires pour abaisser la viscosité de la scorie.

Il est avantageux d'alterner l'insufflation cyclique du scorifiant en poudre avec le soufflage du bain par
15 un gaz oxydant (oxygène ou air comprimé), ce qui contribue à l'élévation de la température dans la zone au-dessous des lances, au brassage du métal liquide et de la scorie, à l'élévation du taux d'oxydes de fer dans la scorie, où ces oxydes sont nécessaires à la dissolution de la chaux,
20 ainsi qu'à l'accélération du chauffage du bain par la flamme et du déroulement des principales réactions d'affinage de l'acier (oxydation du carbone, désulfuration, déphosphoration, etc.).

Il est souhaitable d'alterner le soufflage du bain
25 par un gaz oxydant avec l'insufflation d'un produit carboné en poudre, ce qui permet de réduire la quantité de fonte solide dans la charge jusqu'à une valeur pouvant même atteindre zéro, tout en assurant le déroulement du processus avec une quantité suffisante de carbone dans
30 le métal liquide.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à
35 titre d'exemples non limitatifs.

Le procédé d'élaboration d'acier, faisant l'objet de

l'invention, est réalisé sur sole, dans un appareil d'aciérie qui, en l'occurrence, est un four Martin. L'élaboration est divisée conventionnellement en périodes, qui sont les mêmes que dans le procédé Martin universellement connu, à savoir : le rechargement du garnissage, l'enfournement de la charge, la fusion, la mise à la nuance, la désoxydation et la coulée. Les périodes de l'élaboration visent un même but.

La charge enfournée se compose d'une partie métal (ribbons, fonte solide) et d'un scorifiant (castine ou chaux). Il est préférable d'utiliser de la chaux, car la décomposition du CaCO_3 de la castine requiert une grande quantité de chaleur.

L'ordre d'enfournement des constituants de la charge est le même que dans le procédé connu. Les quantités de scorifiants et de fonte dans la charge peuvent être réduites jusqu'à des valeurs pouvant même atteindre zéro, c'est-à-dire que, selon le procédé d'élaboration d'acier faisant l'objet de l'invention, la charge peut être constituée seulement par des ribbons. Il est à noter que le changement des quantités de constituants dans la charge dans des plages étendues n'affecte en rien la substance de l'invention ; ceci témoigne avant tout des possibilités technologiques du procédé d'élaboration de l'acier faisant l'objet de l'invention.

L'enfournement de la charge est suivi par la période de fusion de la charge, durant laquelle la charge chauffée par la flamme de combustible fond et les impuretés de la charge métallique sont oxydées, et durant laquelle il y a scorification, grâce aux produits des réactions d'oxydation, dissolution du garnissage du four et assimilation du scorifiant chargé dans le four par la scorie en fusion.

Le scorifiant enfourné avec la charge métallique monte à la surface et se dissout dans la scorie à la fin de la fusion, aussi, durant la première moitié de la fusion, de même que dans les procédés connus, la scorie formée a-t-elle une forte teneur en silice et oxydes de

de fer, la teneur en oxyde de calcium étant basse.

Toutefois, quand le volume du bain de métal formé devient suffisant (environ au milieu de la fusion), on commence à y insuffler, dans un jet de gaz oxydant, un scorifiant en poudre, dont les particules divisées sont portées à la température du bain pratiquement durant leur montée à la surface. L'insufflation du scorifiant provoque un accroissement de la teneur de la scorie en oxyde de calcium et augmente sa basicité (rapport des teneurs de la scorie en CaO et SiO_2) ; il s'ensuit une accélération de la désulfuration et de la déphosphoration, un ralentissement de la dissolution du garnissage du four.

Etant donné que le volume de la zone de réaction du produit en poudre est infiniment petit par rapport au volume de tout le bain, il est plus efficace d'insuffler, pour l'accélération de la scorification, non pas de la chaux pure, mais des mélanges scorifiants à bas point de fusion contenant, par exemple, de la chaux, des oxydants solides (minerai de fer, aggloméré, etc.) et des additions fluidifiantes (fluorine, bauxite, alumine, etc.).

Le plus avantageux est d'injecter le scorifiant par portions de 50 à 200 kg à chaque insufflation à travers une lance. Si l'insufflation s'effectue à travers quelques lances, la quantité de poudre à injecter augmente en conséquence. Compte tenu de l'effet de refroidissement provoqué par le produit injecté, l'intensité moyenne d'injection de la poudre pour toute la période de traitement doit correspondre à la vitesse de chauffage du bain.

Après l'injection de chaque portion de poudre, on souffle le bain de métal et de scorie avec un gaz oxydant (oxygène, air comprimé, oxygène à taux abaissé). Il se produit alors une montée rapide de la température du métal dans la zone refroidie au-dessous des lances et une augmentation de la teneur de la scorie en oxydes de fer, ce qui contribue à l'accélération de l'assimilation

de la portion injectée par la scorie et à la préparation du bain au cycle de traitement suivant. Le brassage du bain par les jets de gaz accélère pratiquement tous les principaux processus d'échange de chaleur et de masse
5 lors de l'élaboration de l'acier.

Le bain de métal étant soufflé par un gaz oxydant et la quantité de fonte dans la charge étant abaissée, le manque de carbone pour le processus est compensé par insufflation de produits carbonés en poudre, la carbura-
10 tion du métal étant la plus efficace quand elle est exécutée d'une manière cyclique, en alternance avec le soufflage au gaz oxydant pour le brassage et l'accélération du chauffage du bain de métal et de scorie.

L'insufflation cyclique de scorifiants et de produits
15 carbonés en poudre dans le métal liquide, en combinaison avec son soufflage au gaz oxydant, peut être exécutée jusqu'à désoxydation du métal ou jusqu'à la coulée du métal du four, ou bien elle peut être terminée bien plus tôt, ce qui n'affecte en rien la substance de l'invention.

20 Dans ce qui suit, on donne un exemple concret mais non limitatif de réalisation de l'invention.

Un four Martin d'une capacité de 100 t transforme une charge métallique solide, constituée à 100 % de riblons, le métal liquide étant carburé par insufflation
25 d'un produit carboné en poudre, en l'occurrence du coke broyé. La fonte est tout à fait supprimée dans la composition de la charge. En tant que scorifiant on enfourne 1 t de chaux en morceaux, c'est-à-dire à peu près le quart de la quantité totale de chaux nécessaire à l'éla-
30 boration. Le reste de la chaux, s'élevant à 3 t, est insufflé sous forme de poudre dans le jet de gaz, en tant que constituant du mélange scorifiant.

L'enfournement d'une partie de la chaux sous forme de morceaux en même temps que la charge métallique est
35 effectué afin d'abaisser la consommation de mélange

scorifiant en poudre. Toutefois, il est à noter ici que la réduction de la quantité de scorifiant dans la charge est une particularité du procédé d'élaboration d'acier faisant l'objet de l'invention.

- 5 A partir du milieu de la période de fusion, quand le volume du bain formé est suffisant pour le traitement (pour un four de 100 t, environ 1,5 heure après l'achèvement de l'enfournement de la charge), on insuffle dans le bain, d'une manière cyclique, à travers deux lances de
- 10 voûte, le mélange scorifiant en poudre (chaux 70 %, minerais de fer 25 %, fluorine 5 %) et le coke broyé, en alternant son insufflation avec le soufflage du bain à l'air comprimé à travers ces mêmes lances.

- La consommation de produits en poudre pour une
- 15 élaboration est la suivante : 4,3 t de mélange scorifiant, 4t de coke broyé. L'intensité d'injection de la poudre à travers les deux lances est de 500 kg/mn, le débit d'air comprimé pour les deux lances est de 3000 m³/h. La masse d'une portion de poudre insufflée à travers les
- 20 deux lances est de 400 kg.

- Le soufflage cyclique du bain avec les poudres et l'air comprimé permet, de pair avec une utilisation efficace des produits en poudre, d'assurer la formation
- 25 rapide d'une scorie de haute basicité, d'accélérer la désulfuration et la déphosphoration du métal, en maintenant dans le métal liquide, pendant le traitement, un
- taux de carbone de 0,3 à 1,0 %, en présence duquel l'assimilation du carbone du coke insufflé est maximale, ainsi que de supprimer l'engorgement des orifices de
- 30 sorties des lances par le métal.

 Le soufflage du métal liquide par l'air comprimé est achevé 10 à 15 minutes avant la coulée du métal du four ou l'apport de ferroalliages pour la désoxydation préliminaire.

- 35 Il est à noter que dans le cas d'une telle méthode d'élaboration, la période de dosage se déroule toujours avec une grande vitesse de décarburation, c'est-à-dire

qu'elle assure toutes les conditions nécessaires à l'obtention d'un acier de haute qualité.

- L'exemple pratique particulier de réalisation de l'invention, venant d'être décrit, ne restreint pas l'étendue de l'invention, qui peut être réalisée suivant diverses autres variantes, par exemple :
- la capacité de l'appareil d'aciérie pour l'affinage sur sole peut être quelconque ;
 - le scorifiant peut être de la chaux pure en poudre, ou bien un mélange de constituants extrêmement variés en toutes sortes de combinaisons ;
 - le produit carboné peut être un graphite, une houille riche en carbone, etc ;
 - en tant que scorifiant on peut employer du calcaire à la place de la chaux ;
 - en tant que gaz oxydant pour le soufflage du métal liquide on peut employer l'oxygène technique ou un oxygène à taux abaissé ;
 - selon la capacité de l'appareil on peut employer différents nombres de lances ;
 - l'abaissement de la quantité de scorifiant et de fonte dans la charge, comparativement aux procédés connus d'élaboration de l'acier, peut être quelconque, selon les matières dont dispose l'entreprise ;
 - les intensités d'insufflation et les quantités injectées de produits en poudre et de gaz oxydant peuvent s'écarter de celles indiquées, selon les conditions technologiques concrètes.

Le champ d'application de l'invention peut être étendu à l'élaboration d'acier au four électrique.

Comparativement aux procédés connus d'élaboration de l'acier à partir d'une charge métallique solide, le procédé faisant l'objet de l'invention présente des avantages notables, car il permet :

- d'accélérer la désulfuration et la déphosphoration ;
- d'accroître la production des fours Martin,

- d'abaisser la consommation de fonte pour l'élaboration de l'acier, jusqu'à une valeur pouvant même atteindre zéro ;

5 - d'abaisser la consommation de produits de rechargement pour la remise en état du garnissage du four.

10 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

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

1. Procédé d'élaboration d'acier à partir d'une charge métallique solide, du type comprenant l'enfournement d'une charge constituée de riblons et de fonte solide, la fusion de la charge ainsi enfournée et la mise à la
5 nuance de l'acier, caractérisé en ce que, après la formation d'un bain de métal suffisant pour le traitement, on procède à une insufflation cyclique de scorifiant en poudre dans le bain en cours de formation.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en
10 ce que l'on utilise en tant que produits scorifiants en poudre des mélanges à bas point de fusion, constitués essentiellement de chaux, d'oxydants solides et d'ad-
ditifs fluidifiants.
3. Procédé selon l'une des revendication 1 et 2,
15 caractérisé en ce que l'insufflation du scorifiant en poudre est alternée d'une manière cyclique avec le soufflage du bain avec un gaz oxydant.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en
ce que le soufflage du bain avec le gaz oxydant est
20 alterné avec l'insufflation d'un produit carboné en
poudre.
5. Acier caractérisé en ce qu'il est obtenu par
le procédé conforme à l'une des revendications 1,2,3 et 4.