

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

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

2 574 433

②1 N° d'enregistrement national :

84 18772

⑤1 Int Cl⁴ : C 22 C 38/04; C 21 C 5/52.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 7 décembre 1984.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : *VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT ZHELEZNODOROZHNOGO TRANSPORTA. URALSKOE OTDELENIE. — SU.*

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 24 du 13 juin 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦2 Inventeur(s) : Roman Zakharovich Kats, Nikolai Yakovlevich Samarin, Alexandr Grigorievich Tsarenko, Taisia Yakovlevna Datsenko et Vitaly Antonovich Startsev.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Z. Weinstein.

⑤4 Procédé d'élaboration d'un acier au manganèse dans un four électrique à arc à garnissage basique, et acier au manganèse obtenu par ledit procédé.

⑤7 L'invention concerne la métallurgie.

Le procédé faisant l'objet de l'invention, permet une élimination plus poussée des impuretés du métal liquide, grâce notamment à la réalisation simultanée de la fusion de la charge et de l'oxydation des impuretés, obtenue en chargeant sur la sole du four de la castine en tant que scorifiant, la charge étant versée ensuite sur la castine conjointement avec du minerai de fer, la quantité de castine étant de 3,0 à 5,0 % de la masse de la charge, et la quantité de minerai de fer, de 1,5 à 3,0 % de la masse de la charge.

L'invention s'applique notamment à la fabrication des pièces soumises, pendant leur fonctionnement, à l'usure sous des forces percussives, par exemple les cœurs moulés des croisements ferroviaires.

FR 2 574 433 - A1

L'invention concerne le domaine de la métallurgie et a notamment pour objet un procédé d'élaboration d'un acier au manganèse, notamment à teneur en manganèse d'au moins 8%, au four électrique à arc à garnissage basique. Elle peut être appliquée à la fabrication de pièces soumises, pendant leur fonctionnement, à l'usure sous de fortes charges percussives, par exemple les coeurs moulés des croisements ferroviaires. Sous l'action des charges percussives qui leur sont appliquées pendant le service, de tels croisements acquièrent une grande dureté et une résistance à l'usure élevée. La durée de service des pièces indiquées est influencée par la qualité de l'acier élaboré: plus sa résistance à la traction, son allongement relatif et sa résilience sont élevés, plus la durée de service des croisements ferroviaires est grande. Ainsi, une augmentation de la résistance à la traction de 806 à 916 MPa et de l'allongement relatif de 28,1 à 38,5% accroît la durée de service des croisements ferroviaires de 26%. Toutefois, la présence d'impuretés nuisibles, surtout de phosphore, et la mauvaise désoxydation du métal liquide altèrent les propriétés de l'acier et, en définitive, des pièces fabriquées avec cet acier. Ainsi, l'augmentation du taux massique de phosphore de 0,025 à 0,090% dans l'acier employé pour la fabrication des coeurs moulés des croisements ferroviaires entraîne un abaissement de leur durée de service de 15 à 20%.

Un indice de la désoxydation de l'acier à teneur massique en manganèse d'au moins 8% est le taux d'oxyde manganéux et d'oxyde ferreux dans le laitier liquide avant la coulée de l'acier à partir du four de fusion (c'est-à-dire dans le laitier final), la mauvaise désoxydation de l'acier déterminant un taux accru d'inclusions non métalliques, par exemple d'oxyde manganéux, dans l'acier et abaissant sa qualité et la durée de service des pièces. Ainsi,

l'augmentation de la teneur totale en oxyde manganoux et en oxyde ferreux dudit laitier de 5 à 20% de la masse du laitier augmente le taux massique d'impuretés non métalliques dans l'acier de 0,008 à 0,028%, abaisse la
5 résilience de l'acier à 20°C de 250 à 80 J/cm² et augmente l'usure des pièces de 40%. L'augmentation du seul taux d'oxyde manganoux, dans le laitier final, de 2 à 43% de la masse du laitier entraîne une augmentation des inclusions non métalliques dans l'acier de 24 fois.

10 L'abaissement du taux d'oxyde manganoux et d'oxyde ferreux dans le laitier final est d'ordinaire obtenu en augmentant la durée de l'affinage réducteur après l'addition du manganèse au métal liquide. Toutefois, ceci entraîne un abaissement de la production des fours à arc et une
15 augmentation du prix de revient de l'acier.

On connaît un procédé d'élaboration d'un acier à teneur massique en manganèse supérieure à 11,0% au four électrique à arc à garnissage basique (cf. "L'acier à forte teneur en manganèse" par Davydov N.G., Moscou, Editions "Metallurgia", 1979, pp.53 à 68).

20 Ce procédé consiste à introduire la charge dans le four, à faire fondre la charge, à former une couche de laitier sur le métal liquide en chargeant sur le métal liquide la chaux vive fraîchement préparée, à oxyder les
25 impuretés en chargeant du minerai de fer sur le laitier jusqu'à ce que la teneur massique du métal liquide en carbone soit de 0,15 à 0,20%, et sa teneur massique en phosphore, de 0,020 à 0,025%, à évacuer le laitier oxydant, à désoxyder le métal liquide en chargeant du
30 ferrosilicium (FeSi) et du ferromanganèse (FeMn) en morceaux, jusqu'à ce que la teneur massique du métal liquide en silicium soit de 0,6%, et sa teneur massique en manganèse, de 1,5%, à former une couche de laitier sur le
35 métal liquide en chargeant de la chaux vive fraîchement préparée et de la fluorine, à additionner le manganèse en

utilisant pour cela du ferromanganèse que l'on charge en plusieurs fois, à réaliser un affinage réducteur du métal liquide avec un mélange de coke broyé et de ferrosilicium finement concassé, puis à exécuter une
5 désoxydation du métal liquide dans sa masse avec de l'aluminium introduit à raison de 0,5 à 0,8 kg par tonne de métal liquide.

Le procédé décrit d'élaboration d'un acier à teneur
massique en manganèse supérieur à 11,0% n'assure pas un
10 abaissement du taux massique de phosphore au-dessous de 0,020% dans le métal liquide, avant l'évacuation du laitier oxydant, et au-dessous de 0,070% dans l'acier, la teneur totale en oxyde manganoux et oxyde ferreux du laitier final s'élevant à 5,0-11,3% de la masse du laitier.
15 Une teneur en oxyde manganoux et oxyde ferreux du laitier final supérieure à 5,0% de la masse du laitier se traduit par un taux élevé d'inclusions non métalliques dans l'acier (0,0110 à 0,0230 % en masse) et abaisse la qualité de l'acier. Une teneur totale en oxyde manganoux
20 et oxyde ferreux du laitier final égale ou inférieure à 5,0% de la masse du laitier ne peut être obtenue qu'en augmentant la durée de l'affinage réducteur de 15-20 minutes, ce qui abaisse la production du four à arc et augmente le prix de revient de l'acier.

25 On connaît un procédé d'élaboration d'un acier à teneur massique en manganèse supérieure à 2% au four électrique à arc et au four Martin à garnissage basique (cf. certificat d'auteur URSS n° 398 626, Int. Cl. C21C 5/52).

30 Ce procédé consiste à introduire la charge dans le four, à faire fondre la charge, à former une couche de laitier sur le métal liquide, à oxyder les impuretés en chargeant du minerai de fer sur le laitier jusqu'à ce que la teneur massique du métal liquide en carbone soit de 0,15 à 0,20%, et sa teneur massique en phosphore, de

0,020 à 0,025%, à évacuer le laitier oxydant, à désoxyder le métal liquide dans sa masse à l'aide d'aluminium introduit à raison de 0,3 à 8 kg par tonne de métal liquide, à former une couche de laitier sur le
5 métal liquide, puis à additionner le manganèse en utilisant pour cela du ferromanganèse, à réaliser ensuite un affinage réducteur en chargeant sur le laitier du coke broyé et de l'aluminium, respectivement à raison de 1 à 5 et de 0,3 à 0,5 kg par tonne de
10 métal liquide.

Ce procédé d'élaboration d'un acier à teneur massique en manganèse supérieure à 2% diminue la formation d'oxyde manganéux dans le métal liquide, mais n'assure pas un abaissement de la teneur totale en inclusions non
15 métalliques, telles que des inclusions d'oxydes d'aluminium. Pour obtenir dans l'acier, par ce procédé, un faible taux massique d'inclusions non métalliques, ne dépassant pas 0,0100%, il faut augmenter la durée de l'affinage réducteur. En outre, ce procédé d'élaboration
20 d'un acier à teneur massique en manganèse supérieure à 2% ne permet pas d'abaisser le taux massique de phosphore au-dessous de 0,020% dans le métal liquide avant l'évacuation du laitier oxydant, ce qui entraîne un taux de phosphore accru dans l'acier.

25 On s'est donc proposé de résoudre le problème de la création d'un procédé d'élaboration d'un acier au manganèse, notamment à teneur massique en manganèse d'au moins 8%, qui assurerait un abaissement notable du taux de phosphore dans le métal liquide avant l'évacuation du
30 laitier oxydant et une diminution de la teneur totale du laitier final en oxyde manganéux et oxyde ferreux, en élevant ainsi les propriétés de résistance et de plasticité de l'acier, ainsi que la durée de service des pièces moulées à partir de cet acier.

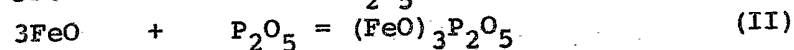
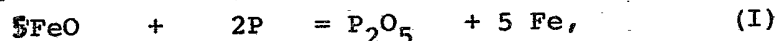
35 La solution à ce problème consiste en un procédé d'élaboration d'un acier au manganèse, de préférence à

teneur massique en manganèse d'au moins 8%, dans un four électrique à arc à garnissage basique, du type comprenant l'enfournement de la charge et de scorifiants, leur fusion, l'oxydation des impuretés, l'évacuation du laitier oxydant, suivie du chargement de scorifiants et de l'addition de manganèse au bain de fusion, un affinage réducteur avec de l'aluminium et des matières carbonées, procédé dans lequel, d'après l'invention, la fusion de la charge est réalisée avec oxydation simultanée des impuretés, obtenue en chargeant sur la sole du four de la castine utilisée en tant que scorifiant, la charge étant versée ensuite sur la castine conjointement avec du minerai de fer, la quantité de castine étant de 3,0 à 5,0% de la masse de la charge, et la quantité de minerai de fer de 1,5 à 3,0% de la masse de la charge, puis, après évacuation du laitier oxydant et chargement des scorifiants, avant l'addition du manganèse au bain, le métal liquide est désoxydé pendant au moins 5 minutes par diffusion, à l'aide d'un mélange constitué d'aluminium, de chaux vive fraîchement préparée, d'une matière carbonée, de ferrosilicium et de fluorine, et que l'on charge sur le laitier, la quantité d'aluminium étant de 1,0 à 1,5 kg par tonne de métal liquide, et la quantité de mélange de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée, de ferrosilicium et de fluorine, de 8 à 10 kg par tonne de métal liquide, avec un rapport massique des constituants indiqués dans le mélange de (3,0 à 6,0) : (1,5 à 2,0) : (1,0 à 1,5) : (1,0 à 1,5), respectivement, après quoi l'addition du manganèse au métal liquide est réalisée en utilisant du ferromanganèse, avec désoxydation simultanée par diffusion à l'aide d'un mélange de chaux vive fraîchement préparée, d'une matière carbonée et de ferrosilicium, introduit à raison de 6 à 8 kg par tonne de métal liquide, avec un rapport massique de ces constituants dans ledit mélange de (3,0 à 6,0) : (1,0 à 1,5) : (0,5 à 1,0), respectivement, le ferromanganèse et le mélange

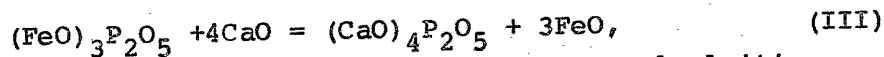
indiqué étant chargés sur le laitier simultanément, en 3 ou 4 fois, puis, au moins 5 minutes après le chargement de la dernière portion de ferromanganèse et dudit mélange, on effectue encore une désoxydation par diffusion, en chargeant sur le laitier un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, d'une matière carbonée et d'aluminium, introduit à raison de 5 à 10 kg par tonne de métal liquide, avec un rapport massique de ces constituants dans le mélange de (3,0 à 6,0) : (1,0 à 1,5) : (2,0 à 3,0), respectivement, ensuite on désoxyde le métal liquide dans sa masse à l'aide d'aluminium introduit à raison de 0,1 à 0,3 kg par tonne de métal liquide.

Le procédé d'élaboration de l'acier conforme à l'invention permet d'abaisser la teneur massique du métal liquide en carbone jusqu'à 0,20-0,23 %, et sa teneur massique en phosphore, jusqu'à 0,009-0,010%, avant l'évacuation du laitier oxydant, alors que les procédés connus ne permettent d'obtenir qu'une teneur massique en carbone de 0,15 à 0,20% et une teneur massique en phosphore de 0,020 à 0,025 %. En outre, le procédé conforme à l'invention permet d'abaisser la teneur totale du laitier final en oxyde manganeux et en oxyde ferreux jusqu'à 2,0-5,0% de la masse du laitier, comparativement à la teneur totale en oxyde manganeux et en oxyde ferreux de 5,0 à 11,3% de la masse de laitier obtenue par les procédés connus, d'abaisser la teneur massique de l'acier en inclusions non métalliques jusqu'à 0,0040-0,0110 %, comparativement à la teneur massique de 0,0110 à 0,0230% de l'acier élaboré par les procédés connus. Le procédé faisant l'objet de l'invention permet également d'élaborer un acier à hautes propriétés mécaniques. Ainsi, l'acier obtenu a une résistance à la traction de 780 à 1060 MPa, un allongement relatif de 25 à 48%, une résilience de 180 à 320 J/cm². Ces valeurs concernent un acier contenant 1,15 à 1,25% en masse de carbone, 13,0 à 15,5% en masse de manganèse, et 0,019 à 0,080% en masse de phosphore.

Une élimination plus poussée des impuretés du métal liquide, notamment du phosphore, est obtenue dans le procédé proposé grâce à la réalisation simultanée de la fusion de la charge et de l'oxydation des impuretés. Pour
 5 cela, la castine est chargée sur la sole du four, puis la charge est versée conjointement avec le minerai de fer sur la castine, le minerai de fer se répartissant uniformément dans la masse de la charge. La réalisation de l'oxydation des impuretés à la température de fusion de la
 10 charge (la basicité du laitier étant de 1,8 à 2,0) permet de déphosphorer le métal liquide par les réactions suivantes:



Le composé $(\text{FeO})_3\text{P}_2\text{O}_5$ est stable à la température de
 15 fusion de la charge et, en se liant à CaO par la réaction



il passe dans le laitier et est évacué avec le laitier oxydant.

20 Si la castine est utilisée en quantité inférieure à 3,0% de la masse de la charge, la quantité de phosphore éliminée du métal liquide diminue. L'utilisation d'une quantité de castine supérieure à 5% de la masse de la charge est économiquement désavantageuse.

25 L'utilisation d'une quantité de minerai de fer inférieure à 1,5% de la masse de la charge provoque une diminution de la vitesse d'oxydation des impuretés, notamment du carbone et du phosphore. L'utilisation d'une quantité de
 30 minerai de fer supérieure à 3,0% de la masse de la charge provoque un fort accroissement de la vitesse d'oxydation du carbone et une altération des conditions de déphosphoration du métal liquide.

La réalisation simultanée de la fusion de la charge et de l'oxydation des impuretés permet de réduire de 5 à
 35 15 minutes la durée de l'élaboration précédant l'évacuation du laitier oxydant.

La réalisation de la désoxydation du métal liquide par diffusion (après évacuation du laitier oxydant et formation d'une couche de laitier sur le métal liquide) exclut la formation d'inclusions non métalliques dans le métal liquide. Comme indiqué plus haut, la désoxydation par diffusion s'effectue pendant au moins 5 minutes, à l'aide d'un mélange constitué d'aluminium, de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée, de ferrosilicium et de fluorine, qui est chargé sur le laitier, la quantité d'aluminium étant de 1,0 à 1,5 kg par tonne de métal liquide, et le mélange de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée, de ferrosilicium et de fluorine étant introduit à raison de 8 à 10 kg par tonne de métal liquide, avec des rapports massiques de ces constituants de (3,0 à 6,0) : (1,5 à 2,0) : (1,0 à 1,5) : (1,0 à 1,5), respectivement.

Le rapport massique chaux/fluorine adopté dans ledit mélange assure la vitesse nécessaire de dissolution des constituants du mélange dans le laitier. L'utilisation de la matière carbonée et du ferrosilicium dans le rapport massique indiqué assure le degré voulu de désoxydation du métal liquide. L'utilisation de l'aluminium conjointement avec le mélange indiqué se traduit par une augmentation du degré de désoxydation du métal liquide. Si la quantité d'aluminium est inférieure à 1 kg par tonne de métal liquide, l'effet indiqué plus haut n'est pas obtenu. Une quantité d'aluminium supérieure à 1,5 kg par tonne de métal liquide est économiquement désavantageuse. Une quantité de mélange de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée, de ferrosilicium et de fluorine inférieure à 8 kg par tonne de métal liquide ne permet pas de maintenir la basicité du laitier dans la marge de 2,0 à 2,5 et n'assure pas le degré voulu de désoxydation du métal liquide. Une quantité dudit mélange supérieure à 10 kg par tonne de métal liquide est économiquement désavantageuse.

La réalisation de la désoxydation du métal liquide par diffusion pendant moins de 5 minutes est inefficace.

L'addition du manganèse au métal liquide simultanément avec l'affinage réducteur du métal liquide permet
5 d'abaisser notablement le taux d'oxyde manganéux et d'oxyde ferreux dans le laitier et, par conséquent, dans le métal liquide, ainsi que d'exclure la formation d'oxydes de silicium dans le métal liquide. Pour l'exécution simultanée de l'addition du manganèse et de l'affinage réducteur,
10 il est recommandé de charger les constituants (ferromanganèse et mélange de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée et de ferrosilicium) en 3 ou 4 fois, avec un intervalle d'au moins 10 minutes entre les chargements. Le mode opératoire de chargement du ferromanganèse et du
15 mélange indiqué exclut le sous-refroidissement du métal liquide et, par conséquent, la formation d'une quantité importante d'oxyde manganéux dans le métal liquide.

Comme on l'a indiqué plus haut, pour exécuter l'affinage réducteur du métal liquide simultanément avec l'addition du
20 manganèse, on utilise un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée et de ferrosilicium, introduit à raison de 6 à 8 kg par tonne de métal liquide, le rapport massique de ces constituants du mélange étant de (3,0 à 6,0) : (1,0 à 1,5) : (0,5 à 1,0), respective-
25 ment.

Le rapport massique indiqué des constituants du mélange assure une réalisation efficace de l'affinage réducteur du métal liquide. Une quantité de ce mélange inférieure à 6 kg par tonne de métal liquide ne permet
30 pas de maintenir la basicité du laitier dans la marge de 2,0 à 2,5 et n'assure pas une réalisation efficace de l'affinage réducteur du métal liquide. Une quantité dudit mélange supérieure à 8 kg par tonne de métal liquide est économiquement désavantageuse.

35 Comme on l'a dit plus haut, après le chargement de la dernière portion de ferromanganèse et de mélange constitué

de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée et de ferrosilicium, l'addition du manganèse et l'affinage réducteur simultanés sont exécutés pendant au moins 8 minutes. Si ce temps est diminué, on ne peut assurer un affinage réducteur efficace, ni la température du métal liquide nécessaire à l'exécution des opérations suivantes.

La réalisation, après l'affinage réducteur et l'addition du manganèse au métal liquide, d'un affinage réducteur avec un mélange de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée et d'aluminium, introduit à raison de 5 à 10 kg par tonne de métal liquide, le rapport massique des constituants indiqués dans le mélange étant de (3,0 à 6,0) : (1,0 à 1,5) : (2,0 à 3,0), respectivement, permet d'obtenir un acier de haute qualité et de réduire la durée de ce stade de 5 à 15 minutes. Ledit affinage réducteur doit être exécuté pendant au moins 15 minutes, afin d'assurer un abaissement de la teneur du métal liquide en oxyde manganéux se formant lors de l'introduction du ferromanganèse.

Le rapport massique indiqué des constituants dans le mélange mentionné plus haut assure un affinage réducteur efficace du métal liquide. Une quantité de ce mélange inférieure à 5 kg par tonne de métal liquide ne permet ni de maintenir la basicité du laitier dans la marge de 2,0 à 2,5, ni d'assurer un raffinage réducteur efficace du métal liquide. Une quantité dudit mélange supérieure à 10 kg par tonne de métal liquide est économiquement désavantageuse.

Le procédé proposé d'élaboration d'un acier à teneur massique en manganèse d'au moins 8% permet de limiter la quantité d'aluminium à employer pour désoxyder le métal dans sa masse jusqu'à une teneur de 0,1-0,3 kg par tonne de métal liquide, ce qui assure un taux résiduel massique d'aluminium dans l'acier se situant entre 0,007 et 0,012%.

Un tel taux résiduel d'aluminium permet d'obtenir un acier à hautes propriétés mécaniques. Ainsi, pour un acier contenant 1,15 à 1,25% en masse de carbone, 13,0 à 15,5 % en masse de manganèse et 0,019 à 0,080% en masse de phosphore, la résistance à la traction est de 810 à 1060 MPa, l'allongement relatif, de 25 à 48%. La durée de service des croisements ferroviaires fabriqués avec cet acier augmente de 15 à 25%.

L'utilisation d'une quantité d'aluminium inférieure à 0,1 kg par tonne de métal liquide ne permet pas d'atteindre un taux résiduel d'aluminium dans le métal se situant dans la marge indiquée. Une quantité d'aluminium supérieure à 0,3 kg par tonne de métal liquide provoque une altération des propriétés mécaniques de l'acier obtenu.

Dans le procédé conforme à l'invention, on peut utiliser en tant que charge, par exemple, des déchets de fabrication de l'acier au carbone avec de la fonte ou des riblons d'acier au carbone.

La matière carbonée utilisée peut être, par exemple, du coke broyé, des débris d'électrodes broyées.

La formation d'une couche de laitier sur le métal liquide, après évacuation du laitier oxydant, s'effectue en chargeant sur le métal liquide des scorifiants connus, par exemple un mélange de castine et de chamotte, ou bien un mélange de chaux vive fraîchement préparée, de chamotte et de fluorine.

Pour une meilleure compréhension de l'invention, plusieurs exemples concrets mais non limitatifs d'obtention d'acier conformément au procédé de l'invention sont décrits ci-après. Les taux de phosphore et de carbone dans la charge de départ et dans le métal liquide avant l'évacuation du laitier oxydant, le taux d'oxyde manganeux et d'oxyde ferreux dans le laitier final et le taux d'inclusions non métalliques dans l'acier, sont donnés dans le Tableau 1.

Les renseignements sur la compositions chimique et les propriétés mécaniques de l'acier obtenu dans les exemples sont donnés dans le Tableau 2.

EXEMPLE 1

- 5 On élabore un acier à teneur massique en manganèse de 8% eu four électrique à arc à garnissage basique.
- Pour cela, on charge sur la sole du four électrique à arc de la castine à raison de 3,0% de la masse de la charge, puis on verse sur la castine 4 t de charge (ri-
10 blons d'acier au carbone) conjointement avec du minerai de fer. Le minerai de fer, qui est uniformément réparti dans le volume de la charge, est utilisé à raison de 1,5% de la masse de la charge. On fait fondre la charge avec oxydation simultanée des impuretés. Au fur et à
15 mesure qu' apparaît le métal liquide, il se forme un laitier liquide à basicité de 1,8, à haute teneur (7% de la masse du laitier) en oxyde ferreux. Le processus assure une déphosphoration efficace du métal liquide.
- On évacue le laitier oxydant et on forme une couche
20 de laitier en chargeant sur le métal liquide de la chaux vive fraîchement préparée, de la chamotte et de la fluorine. Ceci fait, on réalise la désoxydation du métal liquide par diffusion avec un mélange constitué d'aluminium, de
25 chaux vive fraîchement préparée, de coke broyé, de ferrosilicium et de fluorine, qui est chargé sur le laitier, l'aluminium étant utilisé à raison de 1,0 kg par tonne de métal liquide, et le mélange de chaux vive fraîchement
à raison de 8 kg par tonne de métal liquide, avec des
30 rapports massiques des constituants indiqués de 3,0 : 1,5 : 1,0 : 1,0 respectivement. Après chargement du mélange désoxydant, on abandonne le métal liquide pendant 5 minutes.
- On additionne ensuite le manganèse, en utilisant pour
cela du ferromanganèse, avec affinage réducteur simultané
35 du métal liquide. Le ferromanganèse est utilisé à raison de

96 kg par tonne de métal liquide. Ledit affinage réducteur est obtenu à l'aide d'un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, de coke broyé et de ferrosilicium., introduit à raison de 6 kg par tonne de métal liquide, avec un rapport massique des constituants indiqués dans le mélange de 3,0: 1,0 : 0,5, respectivement. Le ferromanganèse et ledit mélange sont chargés sur le laitier en 3 fois, à des intervalles de 10 minutes. Après chargement de la dernière portion de ferromanganèse et dudit mélange, l'alliage au manganèse avec affinage réducteur simultané s'effectue pendant 8 minutes.

Ensuite on charge sur le laitier un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, de coke broyé et d'aluminium, à raison de 5 kg par tonne de métal liquide, le rapport massique des constituants indiqués dans le mélange étant de 3,0:1,0:2,0, respectivement. Puis on réalise un affinage réducteur pendant 15 minutes, avec obtention, dans le laitier final, d'une teneur totale en oxyde manganéux et oxyde ferreux égale à 3,4% de la masse du laitier.

Ceci fait on désoxyde le métal liquide dans sa masse à l'aide d'aluminium introduit à raison de 0,1 kg par tonne de métal liquide, et on coule l'acier élaboré du four.

EXEMPLE 2

On élabore un acier à teneur massique en manganèse de 13,0% de la même manière que dans l'exemple 1.

Pour cela, on charge sur la sole du four électrique à arc de la castine à raison de 5,0% de la masse de la charge, puis on verse sur la castine 4 t de charge - déchets de fabrication de l'acier au carbone avec 70 kg de fonte - conjointement avec du minerai de fer. Le minerai de fer, qui est uniformément réparti dans la masse de la charge, est utilisé à raison de 3,0% de la masse de la charge. On fait fondre la charge avec oxydation simultanée des impuretés. Au fur et à mesure qu'apparaît le métal liquide, il se forme un laitier à basicité de 2,0, à teneur en oxyde

ferreux égale à 11% de la masse du laitier. Le processus assure une déphosphoration efficace du métal liquide.

On évacue le laitier oxydant et on forme une couche de laitier en chargeant sur le métal liquide de la chaux vive fraîchement préparée, de la chamotte et de la fluorine. Ceci fait, on réalise la désoxydation du métal liquide par diffusion avec un mélange constitué d'aluminium, de chaux vive fraîchement préparée, de débris d'électrodes broyées, de ferrosilicium et de fluorine, qui est chargé sur le laitier, l'aluminium étant utilisé à raison de 1,5 kg par tonne de métal liquide, et le mélange de chaux vive fraîchement préparée, de débris d'électrodes broyées, de ferrosilicium et de fluorine, à raison de 10 kg par tonne de métal liquide, avec des rapports massiques des constituants indiqués de 6,0:2,0:1,5:1,5, respectivement. Après chargement du métal désoxydant, le métal liquide est abandonné pendant 8 minutes.

On additionne ensuite le manganèse, en utilisant pour cela du ferromanganèse, avec affinage réducteur simultané du métal liquide. Le ferromanganèse est utilisé à raison de 156 kg par tonne de métal liquide. Ledit affinage réducteur est obtenu à l'aide d'un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, de débris d'électrodes broyées et de ferrosilicium, introduit à raison de 8 kg par tonne de métal liquide, avec des rapports massiques de ces constituants dans le mélange de 6,0: 1,5, 1,0, respectivement. Le ferromanganèse et ledit mélange sont chargés sur le laitier en 4 fois, à des intervalles de 15 minutes. Après chargement de la dernière portion de ferromanganèse et dudit mélange, l'alliage au manganèse avec affinage réducteur simultané s'effectue pendant 12 minutes.

Ensuite, on charge sur le laitier un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, de débris d'électrodes broyées et d'aluminium, introduit à raison de 10 kg par

tonne de métal liquide, le rapport massique des constituants indiqués dans le mélange étant de 6,0 : 1,5 : 3,0, respectivement. Puis on réalise un affinage réducteur pendant 20 minutes, avec obtention dans le laitier final d'une
5 teneur totale en oxyde manganéux et oxyde ferreux égale à 2,8% de la masse du laitier.

Ceci fait, on désoxyde le métal liquide dans sa masse à l'aide d'aluminium introduit à raison de 0,3 kg par tonne de métal liquide avec coulée simultanée de l'acier du four.

10 EXEMPLE 3

On élabore un acier à teneur massique en manganèse de 15,5% de la même manière que dans l'exemple 1.

Pour cela, on charge sur la sole du four électrique à arc de la castine à raison de 4,0% de la masse de la
15 charge, puis on verse sur la castine 3,8 t de charge - ri- blons d'acier au carbone - conjointement avec du minerai de fer. Le minerai de fer, qui est uniformément réparti dans le masse de la charge, est utilisé à raison de 2,0%
20 de la masse de la charge. On fait fondre la charge avec oxydation simultanée des impuretés. Au fur et à mesure qu'apparaît le métal liquide, il se forme un laitier li- quide à basicité de 1,9, à teneur en oxyde ferreux égale à 9,6 % de la masse du laitier. Le processus assure une
déphosphoration efficace du métal liquide.

25 On évacue le laitier oxydant et on forme une couche de laitier en chargeant sur le métal liquide de la castine et de la chamotte. Ceci fait, on réalise la désoxydation du métal liquide par diffusion avec un mélange constitué d'a-
luminium, de chaux vive fraîchement préparée, de coke
30 broyé, de ferrosilicium et de fluorine, que l'on charge sur le laitier, l'aluminium étant utilisé à raison de 1,2 kg par tonne de métal liquide, et le mélange de chaux vive
fraîchement préparée, de coke broyé, de ferrosilicium et de fluorine, à raison de 9 kg par tonne de métal liquide,
35 avec des rapports massiques des constituants indiqués de

4,0:1,6:1,2:1,2, respectivement. Après chargement du mélange désoxydant, le métal liquide est abandonné pendant 10 minutes.

5 On additionne ensuite le manganèse, en utilisant pour cela du ferromanganèse, avec affinage réducteur simultané du métal liquide. Le ferromanganèse est utilisé à raison de 186 kg par tonne de métal liquide. Ledit affinage réducteur est obtenu à l'aide d'un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, de coke broyé et de
10 ferrosilicium, introduit à raison de 7 kg par tonne de métal liquide, avec des rapports massiques desdits constituants dans le mélange de 4,0 : 1,1 : 0,8, respectivement. Le ferromanganèse et ledit mélange sont chargés sur le laitier en 3 fois, à des intervalles de 12 minutes. Après chargement
15 de la dernière portion de ferromanganèse et dudit mélange, l'alliage au manganèse avec affinage réducteur simultané s'effectue pendant 10 minutes.

20 Ensuite on charge sur le laitier un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, de coke broyé et d'aluminium, introduit à raison de 8 kg par tonne de métal liquide, le rapport massique des constituants indiqués dans le mélange étant de 4,0:1,3:2,4, respectivement. Puis on réalise un affinage réducteur pendant 17 minutes, avec obtention dans le laitier final d'une teneur totale en
25 oxyde manganoux et oxyde ferreux égale à 3,1% de la masse du laitier.

30 Ceci fait, on désoxyde le métal liquide dans sa masse à l'aide d'aluminium introduit à raison de 0,2 kg par tonne de métal liquide, et on coule l'acier élaboré du four.

TABLEAU 1

N° d'exemple	Teneur massique en carbone de la charge initiale, %	Teneur massique en phosphore de la charge ini- tiale, %	Teneur massi- que en carbone du métal li- quide avant l'évacuation du laitier oxydant, %
1	2	3	4
1	0,40	0,030	0,22
2	0,45	0,028	0,23
3	0,38	0,029	0,20

Suite du tableau 1

N° d'exem- ple	Teneur massique en phosphore du métal liquide avant l'évacua- tion du laitier oxydant, %	Teneur massi- que en oxyde manganeux du laitier fi- nal, %	Teneur mas- sique en oxyde fer- reux du laitier final, %	Teneur mas- sique en in- clusions non métal- liques de l'a- cier %
1	5	6	7	8
1	0,011	1,6	1,8	0,0095
2	0,009	1,4	1,4	0,0046
3	0,009	1,5	1,6	0,0076

Tableau 2

N° d'exemple	Composition chimique massique de l'acier, %				
	carbone	manganèse	silicium	phosphore	soufre
1	2	3	4	5	6
1	1,10	8,0	0,3	0,053	0,015
2	1,18	13,0	0,42	0,068	0,012
3	1,25	15,5	0,51	0,072	0,011

Tableau 2 (suite)

N° d'exemple	Propriétés mécaniques		
	Résistance à la traction, MPa	Allongement relatif, %	Résilience à 20°C, J/cm ²
1	7	8	9
1	740	24	210
2	960	42	320
3	876	38	260

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

=====

1. Procédé d'élaboration d'un acier au manganèse, de préférence à teneur massique en manganèse d'au moins 8%, dans un four électrique à arc à garnissage basique, du type comprenant l'enfournement de la charge et des scorifiants, leur fusion, l'oxydation des impuretés, l'évacuation du laitier oxydant, suivie du chargement de scorifiants et de l'addition de manganèse au bain de fusion, un affinage réducteur avec de l'aluminium et des matières carbonées, caractérisé en ce que la fusion de la charge est réalisée avec oxydation simultanée des impuretés, obtenue en chargeant sur la sole du four de la castine en tant que scorifiant, la charge étant versée ensuite sur la castine conjointement avec du minerai de fer, la quantité de castine étant de 3,0 à 5,0% de la masse de la charge, et la quantité de minerai de fer, de 1,5 à 3,0% de la masse de la charge, puis, après évacuation du laitier oxydant et chargement des scorifiants, avant l'addition du manganèse au bain de fusion, le métal liquide est désoxydé par diffusion pendant au moins 5 minutes à l'aide d'un mélange constitué d'aluminium, de chaux vive fraîchement préparée, d'une matière carbonée, de ferrosilicium et de fluorine, et qui est chargé sur le laitier, la quantité d'aluminium étant de 1,0 à 1,5 kg par tonne de métal liquide, et la quantité de mélange de chaux vive fraîchement préparée, de matière carbonée, de ferrosilicium et de fluorine, de 8 à 10 kg par tonne de métal liquide, les rapports massiques de ces constituants dans le mélange étant de (3,0 à 6,0) : (1,5 à 2,0) : (1,0 à 1,5) : (1,0 à 1,5), respectivement, après quoi l'addition du manganèse au métal liquide est réalisée en utilisant du ferromanganèse, avec désoxydation simultanée par diffusion à l'aide d'un mélange de chaux vive fraîchement préparée, d'une matière carbonée et de ferrosilicium, introduit à raison de 6 à 8 kg par tonne de métal liquide, les rapports massiques de ces constituants dans le mélange étant de (3,0 à 6,0) : (1,0 à 1,5) :

(0,5 à 1,0), respectivement, ledit ferromanganèse et ledit mélange étant chargés sur le laitier simultanément, en 3 ou 4 fois, puis, au moins 5 minutes après le chargement de la dernière portion de ferromanganèse et dudit mélange, 5 on effectue encore une désoxydation par diffusion, en chargeant sur le laitier un mélange constitué de chaux vive fraîchement préparée, d'une matière carbonée et d'aluminium, introduit à raison de 5 à 10 kg par tonne de métal liquide, les rapports massiques de ces constituants dans le 10 mélange étant de (3,0 à 6,0) : (1,0 à 1,5) : (2,0 à 3,0), respectivement, après quoi on désoxyde le métal liquide dans sa masse à l'aide d'aluminium introduit à raison de 0,1 à 0,3 kg par tonne de métal liquide.

2. Acier au manganèse, de préférence à teneur en 15 manganèse d'au moins 8%, caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé faisant l'objet de la revendication 1.