



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **91402233.0**

(51) Int. Cl.⁵ : **C21C 5/28, C22C 38/22,
B29C 33/38**

(22) Date de dépôt : **12.08.91**

(30) Priorité : **29.08.90 FR 9010780**

(43) Date de publication de la demande :
18.03.92 Bulletin 92/12

(84) Etats contractants désignés :
DE GB NL SE

(71) Demandeur : **CREUSOT-LOIRE INDUSTRIE**
Immeuble Ile-de-France 4 Place de la
Pyramide La Défence 9
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeur : **Primon, Gilbert**
84 Rue Anatole France
F - 71230 Saint Vallier (FR)
Inventeur : **Beguinet, Jean**
77 Rue du Dr. Rebillard
F - 71200 Le Creusot (FR)
Inventeur : **Cadiou, Lucien**
184 Résidence du Lac, Torcy
F - 71210 Montchanin (FR)

(74) Mandataire : **Moncheny, Michel et al**
c/o Cabinet Lavoix 2 Place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)

(54) **Procédé d'élaboration d'un acier à outils destiné notamment à la fabrication de moules et acier obtenu par ce procédé.**

(57) La présente invention concerne un procédé d'élaboration d'un acier à outils destiné notamment à la fabrication de moules d'injection, ainsi qu'un acier à outils obtenu par le procédé. Selon ce procédé :

— on élabore un acier contenant dans sa composition :

de 0,2 à 2% de carbone

0,2 à 2% de manganèse

0,35 à 20% de chrome

moins de 5% de nickel

moins de 5% de molybdène

moins de 5% de vanadium et/ou de tungstène, en addition

de 0,01 à 0,02% de soufre

le reste étant du fer ;

— lors de son élaboration sous vide, on désoxyde l'acier à l'état fondu en le brassant en présence d'un élément désoxydant ;

— on resulfure, sous atmosphère contrôlée, l'acier à l'état fondu pour atteindre une teneur en soufre déterminée ;

— on coule l'acier en assurant une solidification progressive et régulière pour éliminer les retards locaux de solidification.

L'intervalle de teneur en soufre est déterminé pour concilier des aptitudes à l'usinage, ainsi qu'au polissage et au grenage.

La présente invention concerne un procédé d'élaboration d'un acier à outils destiné notamment à la fabrication de moules d'injection, ainsi qu'un acier à outils obtenu par ce procédé.

Dans l'industrie des matières plastiques, pour la fabrication de pièces par injection, il est fait usage de moules spécifiques en acier ayant des caractéristiques particulières.

En effet, les aciers destinés à la fabrication de moules doivent nécessairement concilier, d'une part, une excellente aptitude aux usinages sévères et, d'autre part, une aptitude aux traitements de finition des surfaces d'empreinte du moule, tant du point de vue mécanique, par exemple dans une opération de polissage, que du point de vue chimique, par exemple dans une opération de grenage. Les comportements physiques et/ou chimiques de ces aciers peuvent être antinomiques, ce qui nécessite d'optimiser leurs différentes caractéristiques afin d'aboutir à un compromis satisfaisant.

On connaît des aciers à outils destinés à la réalisation de moules, contenant une teneur en soufre comprise dans un intervalle de 0 à 0,1% en poids, intervalle de teneur relativement large pour des aciers utilisés dans ce domaine technique.

En raison de l'amplitude de l'intervalle de la teneur en soufre, ces aciers ont l'inconvénient de ne pas présenter, de façon simultanée, les caractéristiques précitées et de plus, pour certaines teneurs en soufre, les caractéristiques desdits aciers ne sont pas adaptées, en particulier au polissage et/ou au grenage.

Par ailleurs d'autres caractéristiques sont de nature à nuire à l'aptitude au polissage et au grenage.

On peut citer, notamment, à cet égard, la présence dans ces aciers d'inclusions d'oxydes dues à un taux de désoxydation insuffisant de l'acier à l'état fondu lors de son élaboration. Ceci s'explique par le fait que la désoxydation est volontairement limitée pour éviter l'élimination du soufre qui se fait de manière simultanée.

Dans un autre exemple, il peut se produire une distribution hétérogène des sulfures, par un phénomène de ségrégation localisée, qui a lieu lors de la solidification insuffisamment contrôlée de l'acier en lingotière.

L'invention a pour but de pallier entre autres ces différents inconvénients, en proposant un acier à outils de qualité améliorée, notamment pour la fabrication de moules.

Elle a pour objet un procédé dans lequel :

– on élabore un acier contenant dans sa composition :

de 0,2 à 2% de carbone
0,2 à 2% de manganèse
0,35 à 20% de chrome
moins de 5% de nickel
moins de 5% de vanadium et/ou de tung-

tène en addition

moins de 5% de molybdène
de 0,01 à 0,02% de soufre,
le reste étant du fer;

– lors de son élaboration sous vide, on désoxyde l'acier à l'état fondu en le brassant en présence d'un élément désoxydant;

– on resulfure, sous atmosphère contrôlée, l'acier à l'état fondu pour atteindre une teneur en soufre déterminée;

– on coule l'acier en assurant une solidification progressive et régulière pour éliminer les retards locaux de solidification.

Suivant d'autres caractéristiques :

– on élabore un acier contenant en outre dans sa composition :

moins de 0,02% de sélénium
moins de 0,02% de tellure
moins de 0,01% de bore
moins de 0,01% de cérium

ces éléments étant pris ensemble ou séparément, et pouvant être introduits en complément.

– l'élément désoxydant est choisi parmi le calcium, le silicium, l'aluminium, le zirconium, le titane.

– la teneur en calcium est comprise dans l'intervalle de $5 \cdot 10^{-4}$ à 0,035% en poids.

– la teneur en soufre est comprise dans l'intervalle de 0,01 à 0,02% en poids.

– l'atmosphère contrôlée est de préférence un gaz neutre choisi parmi l'argon, l'azote, l'hélium.

L'invention concerne également un acier à outils destiné notamment à la fabrication de moules d'injection, obtenu par le procédé et comprenant dans sa composition une teneur en soufre comprise dans l'intervalle de 0,01 à 0,02% en poids.

La description qui suit et le dessin annexé, le tout donné à titre d'exemple non limitatif, feront bien comprendre l'invention.

La figure unique est une courbe mettant en évidence la densité de micro-piqûres de diamètre moyen inférieur à 25 μm , après une opération de polissage, en fonction de la teneur en soufre entrant dans la composition de l'acier.

Dans le procédé selon l'invention on élabore un acier à outils destiné à la fabrication de moules en contrôlant une opération de désoxydation pendant laquelle les éléments de composition sont à l'état fondu sous vide à une pression inférieure à 10 mm de Hg. L'opération de désoxydation consiste en un brassage de l'acier en présence de calcium. Le calcium peut être remplacé par d'autres éléments désoxydants, comme par exemple le silicium, l'aluminium, le zirconium, le titane à des teneurs inférieures à 0,35%.

Pendant cette opération, le soufre a tendance à s'échapper de l'acier en fusion. Il n'en subsiste, après désoxydation, que quelques traces, c'est-à-dire

moins de 0,002%.

Une autre opération selon le procédé consiste en une resulfuration de l'acier fondu sous une atmosphère contrôlée d'un gaz neutre, tel que l'argon. Cette opération permet, après l'élimination du soufre par l'opération de désoxydation, de resulfurer l'acier à teneur voulue, sans risque de réoxydation notable.

L'atmosphère contrôlée d'argon peut être remplacée par une atmosphère contrôlée d'azote, d'hélium.

Une troisième opération selon le procédé comprend une coulée de l'acier dans des conditions qui assurent une solidification progressive et régulière évitant des retards locaux de solidification et des effets de ségrégation des sulfures.

Dans une forme du procédé selon l'invention, les éléments choisis parmi le sélénium, le tellure, le bore, le cérium, introduits dans la composition de l'acier en élément unique ou en combinaison ont pour effet de renforcer l'effet du soufre sur l'usinabilité sans nuire notablement aux autres caractéristiques de l'acier.

De préférence les teneurs de ces éléments sont les suivantes :

- moins de 0,02% de sélénium
- moins de 0,02% de tellure
- moins de 0,01% de bore
- moins de 0,01% de cérium

Un exemple d'acier obtenu selon le procédé décrit ci-dessus, dont une composition est la suivante :

- carbone : 0,4%
- manganèse : 1,4%
- chrome : 1,9%
- molybdène : 0,2%

le reste étant du fer et des éléments métalliques résiduels désoxydants, possède une teneur en soufre comprise dans l'intervalle de 0,01 à 0,02% en poids et particulièrement une teneur de 0,014% en poids.

De manière inattendue, on constate qu'une telle teneur en soufre dans l'acier obtenu par le procédé selon l'invention donne à cet acier des caractéristiques mécaniques et chimiques particulièrement adaptées à l'application dans le domaine des moules d'injection.

L'homogénéisation du soufre en proportion définie dans l'acier est améliorée par la solidification de l'acier dans une lingotière assurant une faible tendance à la méso-ségrégation et cela par le contrôle d'une avancée régulière du front de solidification.

Cependant différentes méthodes peuvent être utilisées telles que le brassage par bullage ou électromagnétique.

L'effet particulier du soufre, dans l'intervalle des teneurs selon l'invention est lié au fait que ledit soufre a un rôle favorable à l'usinabilité dans un large domaine englobant l'intervalle des teneurs selon l'invention, et qu'en contrepartie, il a été constaté

qu'au-dessus des teneurs définies selon l'invention, son rôle était particulièrement néfaste lors d'opérations telles que le polissage et le grenage.

La figure unique est une courbe mettant en évidence la densité de micro-piqûres de diamètre moyen inférieur à 25 µm, après une opération de polissage, en fonction de la teneur en soufre entrant dans la composition de l'acier cité en exemple :

- une teneur en soufre inférieure à 0,01% ne donne pas à l'acier des caractéristiques d'usinabilité acceptables;
- une teneur en soufre supérieure à 0,02% améliore effectivement l'usinabilité, mais comme il a été remarqué, simultanément, l'excès de soufre affecte les aptitudes au polissage et au grenage;
- en revanche, une teneur en soufre comprise entre 0,01% et 0,02% permet de concilier l'ensemble des caractéristiques requises.

Ces remarques ont imposé un contrôle des teneurs en soufre dans l'acier selon l'invention et une nécessité d'homogénéiser le soufre dans l'acier en limitant le processus de méso-ségrégation dudit soufre au cours de la solidification de l'acier liquide, de façon à assurer une distribution homogène des sulfures. Cette limitation à la méso-ségrégation, de type ségrégation localisée en veines, est obtenue en contrôlant la cinétique de solidification par une avancée régulière du front de solidification, évitant ainsi le piégeage de poches liquides enrichies en métal ségrégué à l'arrière du front de solidification.

Revendications

1. Procédé d'élaboration d'un acier à outils destiné notamment à la fabrication de moules d'injection, caractérisé en ce que :
 - on élabore un acier contenant dans sa composition :
 - de 0,2 à 2% de carbone
 - 0,2 à 2% de manganèse
 - 0,35 à 20% de chrome
 - moins de 5% de nickel
 - moins de 5% de molybdène
 - moins de 5% de vanadium et/ou de tungstène, en addition.
 - de 0,01 à 0,02% de soufre
 - le reste étant du fer;
 - lors de son élaboration sous vide, on désoxyde l'acier à l'état fondu en le brassant en présence d'un élément désoxydant;
 - on resulfure, sous atmosphère contrôlée, l'acier à l'état fondu pour atteindre une teneur en soufre déterminée;
 - on coule l'acier en assurant une solidification progressive et régulière pour éliminer les retards locaux de solidification.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on élabore un acier contenant, en outre, dans sa composition :
- moins de 0,02% de sélénium
 - moins de 0,02% de tellure
 - moins de 0,01% de bore
 - moins de 0,01% de cérium
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément désoxydant est choisi parmi le calcium, le silicium, l'aluminium, le zirconium, le titane.
4. procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la teneur en calcium est comprise dans l'intervalle de $5 \cdot 10^{-4}$ à 0,035% en poids.
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en soufre est comprise dans l'intervalle de 0,01 à 0,02% en poids.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'atmosphère contrôlée est un gaz neutre choisi parmi l'argon, l'azote, l'hélium.
7. Acier à outils destiné notamment à la fabrication de moules d'injection, caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
8. Acier selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend, dans sa composition, une teneur en soufre comprise dans l'intervalle de 0,01 à 0,02% en poids.
9. Utilisation d'un acier selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, pour la fabrication de moules d'injection.

5

10

15

20

25

30

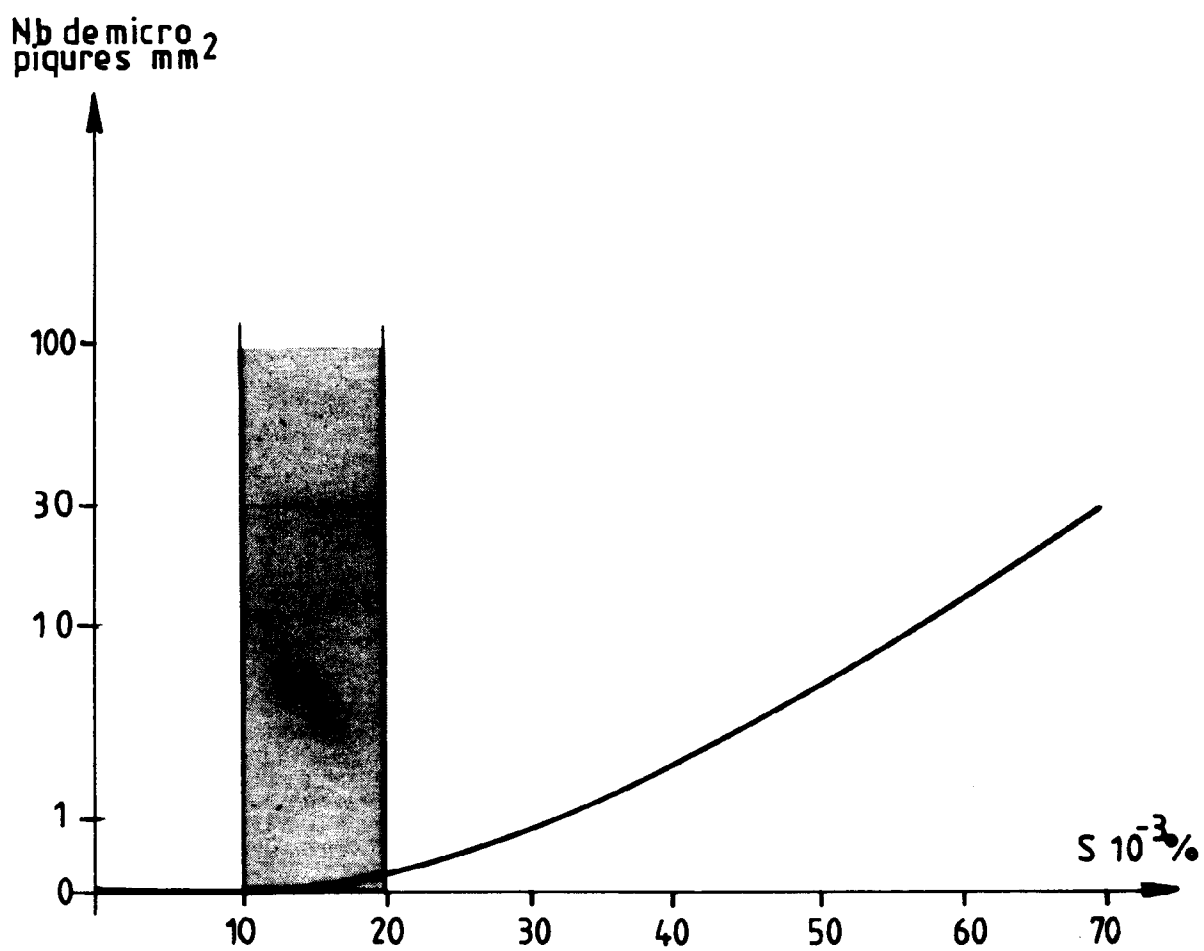
35

40

45

50

55





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 2233

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	EP-A-0 247 415 (UDDEHOLM TOOLING AKTIEBOLAGET) * abrégé; revendications *	1	C21C5/28 C22C38/22 B29C33/38
Y	US-A-3 824 096 (CHIAKI ASADA ET AL.) * abrégé; revendications *	1	
A	IRON AND STEEL vol. 3, no. SP.I, 1970, GUILDFORD GB pages 27 - 43; R.W. REYNOLDS ET AL.: 'HTE VACUUMHEAT TREATMENT OF TOOL STEELS' * page 41, colonne de gauche, alinéa 2 - page 42, colonne de gauche, alinéa 1 *	4	
A	FR-A-2 189 182 (STORA KOPPARSBERG) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			C21C C22C B29C
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09 DECEMBRE 1991	Examineur OBERWALLENEY R. P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 01.82 (P0402)