



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **92420363.1**

⑤① Int. Cl.⁵ : **C22C 38/60**

㉔ Date de dépôt : **15.10.92**

③① Priorité : **17.10.91 FR 9113059**

④③ Date de publication de la demande :
21.04.93 Bulletin 93/16

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES GB IT LI SE

⑦① Demandeur : **VALLOUREC INDUSTRIES**
130, rue de Silly
F-92100 Boulogne-Billancourt (FR)

⑦② Inventeur : **Malherbe, André**
19, rue Sainte Geneviève
F-51300 Vitry-en-Perthois (FR)
Inventeur : **Pellicani, Félix**
28 Allée des Grands Chênes
F-59620 Aulnoye Aymeries (FR)
Inventeur : **Szezesny, Régis**
220 Chemin de la Pennerie
F-59230 St. Amand-les-Eaux (FR)
Inventeur : **Tomczyk, Michel**
12, rue José Maria de Heredia
F-59880 Saint-Saulve (FR)

⑦④ Mandataire : **Desolneux, Jean-Paul Charles**
Setval Division Propriété Industrielle 130, rue
de Silly
F-92100 Boulogne-Billancourt (FR)

⑤④ **Acier à usinage facile, faiblement allié et résulfuré.**

⑤⑦ L'invention a pour objet des aciers de compositions particulières qui du fait de leurs teneurs en soufre et de la composition des inclusions oxydées sont particulièrement aptes au décolletage et à l'usinage à grande vitesse par outils en carbure ou en céramique.

Les aciers contiennent en poids % :

C	- 0,05	à 0,45	%
Mn	- 0,80	à 1,65	%
Si	- 0,10	à 0,35	%
P	- maxi	0,030	%
S	- 0,050	à 0,12	%

et leurs inclusions oxydées ont pour compositions en poids % :

Al ₂ O ₃	- 15 à 50 %
SiO ₂	- 20 à 60 %
CaO + MnO	- 15 à 50 %

Ces aciers conservent, malgré la présence de soufre, de bonnes caractéristiques mécaniques.

La présente invention est relative aux aciers faiblement alliés au carbone-manganèse et a pour objet des aciers de compositions particulières qui du fait notamment de leur teneur en soufre et de la composition de leurs inclusions oxydées sont particulièrement aptes à l'usinage à grande vitesse en particulier par des outils en carbures ou en céramique et au décolletage à grande vitesse de coupe, notamment à partir de tubes réalisés dans lesdits aciers.

On connaît actuellement des aciers dont les caractéristiques d'usinabilité sont améliorées par la présence de soufre dans une gamme de teneur allant de 0,020 à 0,040 % en poids. Ces aciers ont toutefois des performances en usinage limitées qui ne permettent pas d'atteindre les grandes vitesses de coupe et/ou d'utiliser des outils de coupe en carbure ou en céramique dans de bonnes conditions. Par contre ces aciers à usinabilité améliorée gardent en général des caractéristiques mécaniques en particulier en traction voisines de celles correspondant à leur composition de base.

On connaît également des aciers pour décolletage semi-calmés par des additions de silicium contenant de l'ordre de 0,3 % de soufre en poids. Ces aciers sont usinables à grande vitesse de coupe avec des outils de coupe en carbure ou en céramique.

Dans certains cas, même, la recherche des performances les plus élevées nécessite l'addition combinée de soufre, de Tellure (ou sélénium) et/ou de Plomb ou de Bismuth.

Ces aciers présentent en général une grande quantité d'inclusions d'oxydes et de sulfures et une teneur en oxygène élevée supérieure à 0,0100 % en poids.

Ces aciers dont la caractéristique essentielle sinon exclusive est de présenter des propriétés aussi élevées que possible au décolletage ont par ailleurs une résilience très médiocre et il est impossible de les assembler par soudage à l'arc. On peut également souligner les problèmes de toxicité liés à la manipulation notamment au stade de l'élaboration du métal liquide des éléments Tellure, Sélénium, Plomb, Bismuth ainsi que lors du recyclage des ferrailles et copeaux.

De plus les aciers avec 0,30 % en poids de soufre ont des caractéristiques mécaniques à la traction basses, voisines de celle d'un acier A37 selon norme AFNOR. Des nuances pour traitement thermique ont été normalisées mais leurs performances au décolletage sont alors plus faibles.

Le but de la présente invention est de proposer une famille d'aciers au carbone-manganèse utilisables notamment pour la construction mécanique ayant une excellente aptitude au décolletage et donnant d'excellentes performances à l'usinage à grande vitesse par des outils en carbure ou céramique, performances supérieures à celles obtenues avec des aciers à usinabilité améliorée cités ci-dessus tout en gardant de bonnes caractéristiques mécaniques et ne présentant pas les inconvénients des aciers de décolletage à 0,30 % en poids de soufre cités plus haut.

L'invention a en particulier pour but la création d'une famille d'aciers de décolletage propres, ne nécessitant pas la mise en oeuvre d'éléments toxiques, couvrant une large gamme de caractéristiques mécaniques et présentant des caractéristiques de résilience bien meilleures que celles de l'acier de décolletage à 0,30 % en poids de soufre.

Les aciers au carbone-manganèse aptes au décolletage de la famille de l'invention ont la composition suivante exprimée en pourcentages pondéraux :

Carbone - 0,05 à 0,45 %
Manganèse - 0,80 à 1,65 %
Silicium - 0,10 à 0,35 %
Phosphore - inférieur à 0,030 %
ainsi que les impuretés habituelles.

Ils contiennent également :

Soufre - 0,050 à 0,12 %
Calcium - 0,001 à 0,010 %

l'aluminium étant entièrement sous forme oxydée, et les inclusions non métalliques d'oxydes comprennent en pourcentage pondéraux :

Al_2O_3 15 à 50 %
 SiO_2 20 à 60 %
 $CaO + MnO$ 15 à 50 %

la teneur totale en oxygène étant comprise entre 0,0015 et 0,0080 %.

De préférence les inclusions non métalliques se situent sur le diagramme de représentation du système $Al_2O_3 - SiO_2 - MnO/CaO$ dans le domaine de l'Anorthite ou de la Gehlenite. Un tel diagramme de représentation du système $Al_2O_3 - SiO_2 - MnO/CaO$ se trouve par exemple dans "Phase diagrams for ceramists" Edited and Published by the American Ceramic Society 1964 figure 630 page 219. MnO et CaO sont des oxydes dont le rôle est estimé similaire. Dans la mesure où le pourcentage de MnO est faible (inférieur à 10 %) on peut donc cumuler $CaO + MnO$ pour se rapporter au diagramme du système $Al_2O_3 - SiO_2 - CaO$ où seul CaO est

représenté et prendre la valeur de CaO + MnO pour une valeur de CaO.

De façon avantageuse pour la mise en oeuvre de l'acier par soudage par un procédé de soudage à l'arc électrique avec métal d'apport on limite la teneur en carbone à 0,22 % en poids et la somme teneur en carbone plus teneur en manganèse/6 à 0,48 % en poids soit $C \% + \frac{Mn \%}{6} \leq 0,48 \%$.

Avantageusement également la teneur en soufre est comprise entre 0,080 % et 0,12 % en poids.

La composition ci-dessus décrite permet, tout en obtenant de bonnes caractéristiques mécaniques à la traction, d'obtenir un type d'inclusions d'oxydes et de sulfures favorables, réparties de manière homogène dans le métal et en quantité limitée et contrôlée. Cet ensemble de caractéristiques rend ces aciers aptes au décolletage dans d'excellentes conditions, ceci malgré la teneur relativement basse en soufre, en particulier pour le décolletage utilisant les outils carbure ou céramique.

Il est particulièrement intéressant pour fabriquer l'acier d'utiliser le procédé de coulée continue rotative, en soit connu.

Ce procédé est par exemple décrit dans l'article de la Revue de métallurgie CIT, Février 1981 pages 119-135.

Un tel procédé permet d'assurer l'homogénéité du métal, tant au niveau de la composition chimique que de la répartition des inclusions, sur toute la longueur coulée.

L'élaboration de l'acier coulé ensuite en continu qui est faite avantageusement en poche après fusion en four électrique à l'arc sera exécutée avec soin de façon à conserver toujours le métal homogène et à l'abri de l'oxydation, le métal étant, dans sa phase finale traité au Calcium, par exemple par l'introduction dans la poche de métal liquide d'un fil fourré tel que décrit dans le brevet européen n° 87 420052.0 à base de silico-calcium.

Il est particulièrement intéressant d'utiliser l'acier selon l'invention sous forme de tube, par exemple de tubes étirés, ceci réduisant les temps de décolletage par suppression de l'opération de perçage du trou intérieur.

En utilisant un tube, on est également certain d'éviter les ségrégations centrales qui pourraient se trouver au coeur des barres, ségrégations qui, on l'a déjà expliqué ci-dessus, sont très réduites si on utilise le procédé de coulée continue rotative.

De la sorte l'utilisation de tubes au lieu de barres est une garantie complémentaire pour le produit destiné au décolletage.

A titre d'exemple, non limitatif, on a comparé les résultats d'un acier selon l'invention à des aciers normalisés préexistants.

Les compositions sont les suivantes en pourcentages pondéraux :

- Acier A selon :

TU52b (norme AFNOR NFA 49310)

C	: 0,178 %
Si	: 0,265 %
Mn	: 1,270 %
S	: 0,006 %
P	: 0,014 %
Al	: 0,024 %
Ca	: 0,0015 %
O total	: 0,0022 %

Les inclusions d'oxydes sont constituées d'aluminates de calcium $Al_2 O_3 - CaO$ ou de spinelles $Al_2 O_3 - MgO$ associés à des sulfures mixtes (Ca, Mn)S. On trouve en outre des inclusions isolées de sulfures de manganèse MnS en faible quantité.

- Acier B (version acier à usinabilité améliorée de l'acier A).
selon

TU 52 b q2 (norme AFNOR NFA 49310)

EP 0 538 158 A1

C	: 0,180 %
Si	: 0,183 %
Mn	: 1,340 %
S	: 0,028 %
P	: 0,016 %
Al	: 0,022 %
Ca	: 0,0016 %
O total	: 0,0022 %

Ici les inclusions d'oxydes sont constituées d'aluminates de calcium Al_2O_3 - CaO ou de spinelles Al_2O_3 - MgO associés à des sulfures mixtes (Ca, Mn)S. On trouve en dehors de ces inclusions de nombreuses inclusions de sulfure de manganèse.

Acier C selon l'invention.

C	: 0,172 %
Si	: 0,191 %
Mn	: 1,430 %
P	: 0,018 %
S	: 0,090 %
Al	: $\leq$ à 0,005 %
Ca	: 0,0014 %
O total	: 0,0026 %

ayant des inclusions d'oxydes dont la composition moyenne est la suivante en pourcentages pondéraux :

Al_2O_3	: 34 %
SiO_2	: 30 %
CaO	: 36 %

Cette composition se situe dans le domaine de la Gehlenite du diagramme ternaire Al_2O_3 - SiO_2 - CaO cité antérieurement.

Dans cet acier C le soufre est essentiellement combiné sous forme de sulfures MnS.

Ces trois aciers ont été soumis à un test de chariotage sur tube étiré écroulé avec outil carbure, référencé SAFETY TPRM 16 n° 030476S4 de la Société SAFETY, non revêtu et sans lubrifiant.

On a comparé :

- la durée pour créer une usure de 0,4 mm de l'arête de l'outil à une vitesse de coupe de 180 m/min (durée de vie)
- et
- la vitesse de coupe en m/min donnant une usure de 0,4 mm de l'arête de l'outil en 20 minutes (VB 20-0,4).

Les résultats sont les suivants :

5

10

15

20

25

	:	:
	: durée de vie :	VB 20-0,4
	:	:
Acier A	: 10 min :	160 m/min
	:	:
Acier B	: 25 min :	220 m/min
à usinabilité	:	:
améliorée	:	:
	:	:
Acier C	: 87 min :	300 m/min
de l'invention	:	:
	:	:

On voit que l'acier selon l'invention (acier C) présente des résultats très supérieurs à ceux obtenus avec l'acier à usinabilité améliorée existant (acier B) et sans commune mesure avec l'acier non destiné à l'usinage (acier A).

30

On a par ailleurs comparé par un essai de productivité avec outils carbure avec des critères identiques un acier de décolletage à 0,30 % en poids de soufre avec l'acier C de l'invention.

En 6 heures on a trouvé une production quasiment identique pour les deux aciers, ceci malgré les différences de caractéristiques mécaniques défavorables pour l'acier C, acier de l'invention :

Acier à 0,30 % poids de soufre selon NFA 35561 (nuance S300).

35

R _p 0,2	539 MPa
R _m	558 MPa
A % 5,65 √S	11,4 %

40

Acier C de l'invention

R _p 0,2	704 MPa
R _m	765 MPa
A % 5,65 √S	8,4 %

45

Ceci montre clairement que l'acier selon l'invention est particulièrement approprié au décolletage à grande vitesse avec des outils carbure ou céramique.

50

Les aciers selon l'invention présentent donc l'avantage d'avoir des propriétés d'usinabilité bien meilleures que celles des aciers à usinabilité améliorée et du même ordre de grandeur que celles des aciers de décolletage à 0,30 % poids de soufre sans présenter, notamment sur le plan des caractéristiques mécaniques et de la mise en oeuvre les inconvénients de ces aciers à 0,30 % poids de soufre.

55

Revendications

1) Acier au carbone-manganèse apte au décolletage à grande vitesse de coupe caractérisé par le fait qu'il

contient en pourcentages pondéraux, 0,05 à 0,45 % de carbone, 0,80 à 1,65 % de manganèse, 0,10 à 0,35 % de silicium, au plus 0,030 % de phosphore et les impuretés habituelles ainsi que 0,050 à 0,12 % de soufre et 0,001 à 0,010 % de calcium et dans lequel les inclusions non métalliques d'oxydes comprennent en pourcentages pondéraux 15 à 50 % d' Al_2O_3 , 20 à 60 % de SiO_2 et 15 à 50 % de $\text{CaO} + \text{MnO}$, la teneur totale en oxygène étant comprise entre 0,0015 à 0,0080 % et l'aluminium étant entièrement sous forme oxydée.

2) Acier selon la revendication 1 caractérisé en ce que les inclusions non métalliques se situent sur le diagramme du système $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 - \text{CaO/MnO}$ dans le domaine de l'Anorthite ou de la Gehlenite, la teneur en $\text{CaO} + \text{MnO}$ étant traitée comme étant du CaO .

3) Acier selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que la teneur en soufre est de 0,080 à 0,12 %.

4) Acier selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé par le fait que dans le but d'avoir une bonne soudabilité à l'arc électrique avec métal d'apport on limite la teneur en Carbone à 0,22 % et la somme $\text{C \%} + \frac{\text{Mn \%}}{6}$ à 0,48 %.

5) Acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé par le fait qu'il est coulé par le procédé de coulée continue rotative.

6) Tube d'acier pour décolletage caractérisé par le fait que sa composition est conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 42 0363

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)
X	US-A-4 115 111 (ITOH ET AL.) * revendications 1,2,4 *	1,2	C22C38/60

Y	FR-A-2 088 862 (NIPPON KOKAN K.K.) * le document en entier *	1	

Y	DE-A-2 323 623 (KOBE STEEL) * le document en entier *	1	

Y	DD-A-265 530 (VEB MAXHÜTTE) * le document en entier *	1	

A	EP-A-0 371 840 (UNIMETAL) * revendications 1-3 *	1,2	

A	DE-A-2 839 637 (BRITISH STEEL CORP.) * revendications 1-4 *	1,3	

A	FR-A-2 456 785 (DAIDO TOKUSHUKO K.K.) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			C22C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 08 JANVIER 1993	Examinateur LIPPENS M.H.
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)