

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 020 792
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **79101820.3**(51) Int. Cl.³: **C 22 C 38/60**(22) Date de dépôt: **08.06.79**

(43) Date de publication de la demande: **07.01.81**
Bulletin 81/1

(71) Demandeur: **Giflo, Henrik, Ujitok u. 5., 3532 Miskolc, III (HU)**

(72) Inventeur: **Giflo, Henrik, Ujitok u. 5., 3532 Miskolc, III (HU)**

(84) Etats contractants désignés: **AT BE CH DE FR GB IT LU NL SE**

(74) Mandataire: **Casalonga, Alain et al, Bureau D.A. Casalonga Lilienstrasse 77, D-8000 München 80 (DE)**

(54) **Acier de décolletage à haute résistance, capable de supporter les sollicitations dynamiques.**

(57) **Acier de décolletage à haute résistance, capable de supporter les sollicitations dynamiques.**

Cet acier comprend en plus du fer 0,20 à 0,70% en poids de C, 1,20 à 3,00% en poids de Mn, au maximum 1,00% en poids de Si, au maximum 0,04% en poids de P, 0,05 à 0,11% en poids de S, au minimum 0,10% en poids de Pb, 0,001 à 0,03% en poids de Ca, 0,001 à 0,005% en poids de B, 0,007 à 0,035% en poids de N, 0,03 à 0,20% en poids de Nb et/ou de V, au maximum 0,25% en poids de Zr et/ou de Ce, au maximum 0,2% en poids de Be et/ou de Bi, et au maximum 1,00% en poids de Mo et/ou de Ni.

L'acier selon l'invention est capable de supporter des sollicitations dynamiques et présente une haute résistance même sans trempe ainsi qu'une excellente aptitude à l'usinage par enlèvement de matière.

EP 0 020 792 A1

La présente invention concerne un acier de décolletage, capable de supporter les sollicitations dynamiques et présentant une haute résistance, même sans trempe, ainsi qu'une excellente aptitude à l'usinage par enlèvement de matière, qui est destiné à la fabrication, sur des machines automatiques travaillant par enlèvement de copeaux, d'éléments de machine à haute résistance et destinés à être fortement sollicités.

En technique de transformation, les machines automatiques travaillant par enlèvement de matière et les chaînes constituées par ces machines sont des moyens modernes et efficaces qui permettent de réduire les opérations et les frais, en particulier pour la fabrication en grande série. Mais l'utilisation de ces machines automatiques travaillant par enlèvement de matière n'est rentable pour l'usinage des aciers que lorsqu'il n'est pas nécessaire d'exercer une surveillance continue et que les copeaux découpés peuvent être enlevés de la pièce ou de la machine sans intervention manuelle. Les matériaux utilisés pour la fabrication de produits par enlèvement de copeaux doivent donc satisfaire à une importante exigence, c'est-à-dire présenter une bonne aptitude à l'usinage par enlèvement de matière et donner des copeaux d'une forme appropriée pour les machines automatiques ou décolleteuses.

L'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière est une propriété physique des matériaux, au même titre que la résistance mécanique ou la densité, et est donc caractéristique de chaque matériau; elle résulte de propriétés physiques complexes, telles que :

- l'aptitude du matériau à l'enlèvement de copeaux,
- une propriété du matériau garantissant une bonne qualité des surfaces travaillées par enlèvement de copeaux,
- l'effet d'abrasion que le matériau exerce sur l'outil.

L'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière résume par conséquent, en fonction des objectifs de la fabrication, les paramètres caractéristiques suivants :

- la force ou résistance de coupe,
- la forme des copeaux,
- la qualité de la surface travaillée par enlèvement de copeaux,

- la durée de coupe de l'outil coupant,
ou les paramètres correspondant à ces notions combinées.

Il est généralement admis que les matériaux présentant une aptitude optimale à l'usinage par enlèvement de matière
5 sont ceux dont une quantité maximale peut être découpée, dans un temps minimum, par enlèvement de copeaux, entre deux affûtages de l'outil, et ceci avec une qualité de surface appropriée. On obtient ainsi le rendement en copeaux, conformément aux processus intervenant pendant l'enlèvement de copeaux, à
10 partir de deux facteurs différents l'un de l'autre :

- les propriétés du matériau, et
- les conditions caractéristiques de l'enlèvement de copeaux.

En relation avec ce qui vient d'être dit, on a mis au point des aciers appelés de décolletage, à alliage spécial,
15 et dont seule l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière a été prise en considération.

L'exigence la plus importante à laquelle doivent satisfaire les aciers de décolletage est que leur usinage par enlèvement de matière doit donner des copeaux d'une taille appropriée et pouvant être automatiquement enlevés de la machine par le liquide de refroidissement, sans intervention extérieure. Pour garantir aux copeaux de bonnes caractéristiques de fragmentation, il a fallu utiliser, pour l'élaboration de
20 l'acier de décolletage, des éléments alliés qui ne se mettent pas en solution dans le fer, ou bien seulement en faible
25 quantité, ce qui permet de bien bénéficier, pendant la fragmentation des copeaux, de leur action favorable à la formation des inclusions, et ce qui réduit le frottement entre les surfaces métalliques.

30 Etant donné que les éléments alliés brise-copeaux et lubrificateurs de surfaces constituent en fait des impuretés de l'acier, ils déterminent dans une certaine mesure les paramètres des propriétés mécaniques des aciers de décolletage, et notamment la résistance de ceux-ci aux sollicitations dynamiques, mais même aussi parfois leur résistance mécanique.
35

L'amélioration de l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière a donc entraîné une diminution ou limitation sensible des propriétés utiles des aciers. C'est pourquoi l'on

ne peut pas utiliser ces machines économiques que sont les automates travaillant par enlèvement de matière pour la production d'éléments de machine qui sont destinés à subir des sollicitations excédant les aptitudes des aciers de décolletage connus. Ces aciers ne sont donc plus en mesure de répondre aux exigences actuelles relatives à l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière et aux sollicitations et ils ne peuvent plus être usinés sur des machines automatiques rentables.

10 Cependant, une bonne aptitude à l'usinage par enlèvement de matière et avec des copeaux d'une bonne forme constitue, pour un acier capable de supporter de grandes sollicitations, même sans trempe, un avantage économique tel, non seulement pour les machines automatiques mais aussi pour tout mode d'usinage par enlèvement de copeaux, que le temps et l'argent
15 consacrés à la production du produit final ne représentent, dans des conditions favorables, qu'une fraction des dépenses actuelles en temps et en argent.

Il est donc devenu indispensable d'élaborer un nouvel
20 acier de décolletage dont la résistance mécanique, obtenue sans trempe, satisfasse aux besoins précédemment mentionnés des éléments de machine, dont la résistance aux sollicitations dynamiques soit suffisante et corresponde aux exigences actuelles, et qui présente une bonne aptitude à l'usinage
25 par enlèvement de matière, avec des copeaux d'une forme appropriée pour les machines automatiques.

On peut diviser en trois groupes les aciers de décolletage actuellement connus qui présentent une bonne aptitude à l'usinage par enlèvement de matière : les aciers du premier
30 groupe ne peuvent pas être soumis à un traitement thermique, ceux du second groupe peuvent subir une trempe pendant leur utilisation, et enfin ceux du troisième groupe sont en mesure de subir un traitement de trempe ou de trempe suivie de revenu. A titre d'exemple, on peut mentionner les aciers suivants, qui appartiennent aux trois groupes :

Etats-Unis : MK 1213 Ledley, Multikut ;

Allemagne

Fédérale : 9 SMnPb 36, 10 SPb 20 et 60 S 20;

Italie : 10 S 22, 40 SMnPb 10;
Hongrie : AS 5, ABS 2, ANS 3.

5 Ces aciers contiennent généralement 0,07 à 0,65 % (en poids) de C, au maximum 0,40 % (en poids) de Si, 0,30 à 1,10% (en poids) de Mn, 0,15 à 0,40 % (en poids) de S, au maximum 0,10 % (en poids) de P; en outre, quelques nuances contiennent, de plus, au minimum 0,15 % (en poids) de Pb, 0,80 à 1,50 % (en poids) de Cr, 0,15 à 0,50 % (en poids) de Mo et 0,05 % (en poids) de Se.

10 Les propriétés mécaniques de ces aciers varient en fonction des groupes de traitement thermique appliqués.

15 Les paramètres des aciers n'ayant pas subi de traitement thermique ont servi de base de comparaison. La résistance à la traction de ces aciers est sans déformation à froid comprise entre 290 et 900 N/mm² et à l'état étiré à froid elle est comprise entre 370 et 1100 N/mm² (da N/mm²), valeurs auxquelles correspondent une limite d'élasticité apparente comprise entre 24 et 66 (da N/mm²) et un allongement compris entre 5 et 10 %.

20 Ces aciers présentent l'inconvénient d'avoir une résistance aux sollicitations dynamiques ou une tendance à la fragilité qui ne sont pas satisfaisantes, par suite de la nature et de la quantité des matières d'addition destinées à améliorer l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière, ce
25 qui limite à l'extrême leur utilisation. Les différents éléments alliés que l'on ajoute pour améliorer l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière provoquent une si forte réduction de quelques-unes des propriétés utiles de ces aciers de décolletage connus que leur utilisation en tant
30 qu'aciers de construction mécanique s'en trouve considérablement limitée, en fonction des sollicitations que doivent subir les éléments de machine en exploitation.

35 Un groupe des aciers de décolletage actuellement connus présente donc une résistance mécanique relativement bonne, que l'on peut régler aux valeurs souhaitées par un traitement de trempe ou de revenu, mais la plasticité de ces aciers et leur résistance aux sollicitations dynamiques ne satisfont plus aux exigences actuelles.

La présente invention a pour objet de mettre au point un tel acier de décolletage à haute résistance, présentant une excellente aptitude à l'usinage par enlèvement de matière et destiné à la fabrication d'éléments de machine soumis à de grandes sollicitations, acier qui non seulement présente, sans trempe, une haute résistance aux sollicitations dynamiques, mais qui puisse, de plus, être usiné avec une formation de copeaux appropriés pour les machines automatiques.

La présente invention permet d'atteindre cet objectif par le fait que l'acier élaboré selon la présente invention contient, outre le fer, 0,20 à 0,70 % (en poids) de C, 1,20 à 3,00 % (en poids) de Mn, au maximum 1,00 % (en poids) de Si, au maximum 0,04 % (en poids) de P, 0,05 à 0,11 % (en poids) de S, au minimum 0,10 % (en poids) de Pb, 0,001 à 0,03 % (en poids) de Ca, 0,001 à 0,005 % (en poids) de B, 0,007 à 0,035 % (en poids) de N, 0,03 à 0,20 % (en poids) de Nb et/ou de V, au maximum 0,25 % (en poids) de Zr et/ou de Ce, au maximum 0,20 % (en poids) de Be et/ou de Bi et au maximum 1,00 % (en poids) de Mo et/ou de Ni.

Une composition plus particulièrement préférée selon l'invention comprend en plus du fer et des éléments résiduels habituels les éléments dans les proportions suivantes :

C	0,10 - 0,70 %	V	0,01 - 0,15 %
Mn	1,20 - 2 %	Zr	0,005 - 0,15 %
Si	0,1 - 1 %	Mo	0,01 - 0,5 %
P	0,0 - 0,10 %	B	0,001 - 0,005 %
S	0,05 - 0,15 %	Bi	0,001 - 0,005 %
Pb	0,1 - 0,4 %	Ca	0,001 - 0,01 %
Nb	0,01 - 0,15 %	N	0,007 - 0,035 %

Quelques-uns des éléments alliés assurent à l'acier, lorsqu'ils sont dans le rapport selon la présente invention, et sans trempe, une résistance mécanique suffisante, tout en lui conservant la plasticité nécessaire; d'autres éléments alliés assurent aux copeaux une aptitude appropriée à la fragmentation, sans entraîner une réduction de la résistance de l'acier aux sollicitations dynamiques, et ledit acier selon la présente invention contient aussi des éléments alliés qui contribuent à l'augmentation du pouvoir lubrifiant des sur-

faces métalliques en contact les unes avec les autres, et, de ce fait, à l'excellente aptitude de cet acier à l'usinage par enlèvement de matière.

En raison de sa composition chimique, l'acier selon la présente invention présente une résistance mécanique relativement élevée, même à l'état laminé, de sorte qu'un seul train de calibrage suffit pour réaliser la section nécessaire à l'enlèvement automatique des copeaux et que l'on peut supprimer la réduction de section qui devait être effectuée jusqu'à présent en vue d'assurer à l'acier de décolletage une résistance mécanique appropriée et qui demandait beaucoup de travail.

En dépit de sa haute résistance, l'acier selon la présente invention présente une excellente aptitude à l'usinage par enlèvement de matière, et le rapport des éléments alliés selon la présente invention permet - avec des paramètres convenables pour l'enlèvement de matière - d'obtenir des copeaux suffisamment petits, même sans brise-copeaux, ainsi qu'une bonne lubrification et une très bonne qualité de surface, ce qui permet d'augmenter sensiblement les paramètres d'enlèvement de matière utilisés.

L'acier selon la présente invention peut être trempé ou traité par trempe suivie de revenu, à la fois par un traitement thermique normal et par un traitement par induction, la dureté de surface pouvant donc, en cas de besoin, être établie et réglée de manière simple et sur une large gamme.

L'acier selon la présente invention unit la haute résistance aux sollicitations dynamiques des aciers de construction mécanique, non alliés ou faiblement alliés, à l'excellente aptitude à l'usinage par enlèvement de matière que présentent les aciers de décolletage, et ceci outre une résistance mécanique obtenue sans trempe et qui satisfont aux besoins de la plupart des éléments de machine modernes.

La présente invention et les propriétés de l'acier ainsi élaboré seront mieux comprises à l'aide de la description détaillée de plusieurs modes de réalisation pris comme exemples non limitatifs.

EXEMPLE 1

A titre d'exemple, trois charges constituées par de l'acier selon la présente invention sont ici présentées. Les charges 1 et 3 ont été élaborées dans un four à arc de 70 t et coulées dans des coquilles de 6,4 t à profil carré. Les lingots ont été réalisés par laminage sans nettoyage de surface, dans des conditions normales, sous forme de lingots carrés ayant une longueur d'arête de 210 mm, puis ensuite transformés par laminage en ronds d'acier d'un diamètre de 16 mm, que l'on a refroidis à l'air sur des refroidisseurs.

La charge 2 a été réalisée par fusion dans un four à arc de 60 t, puis affiné dans une installation métallurgique équipée de poches. Le métal fondu a été coulé dans une installation de coulée continue à quatre filières, de profil carré, la longueur d'arête des billettes étant de 240 mm.

Les billettes ont été transformées, par laminage, en ronds d'acier d'un diamètre de 20 mm, que l'on a ensuite refroidis à l'air sur des refroidisseurs. Les résultats des essais effectués figurent sur les tableaux suivants :

1.1 Composition chimique

TABLEAU 1

<u>Charge</u>	<u>Composition chimique en pourcentages (en poids)</u>									
	C	Mn	Si	P	S	Pb	Nb	V	Zr	
1	0,32	1,32	0,41	0,015	0,083	0,27	0,05	0,03	0,027	
2	0,46	1,36	0,23	0,013	0,071	0,25	0,033	0,05	0,03	
3	0,65	1,24	0,37	0,023	0,10	0,57	0,041	0,04	0,02	

	Mo	B	Bi	Ca	N
1	0,11	0,0028	0,0027	0,005	0,023
2	0,045	0,0035	0,0024	0,0063	0,0197
3	0,17	0,0026	0,0030	0,0059	0,029

TABLEAU 2

1.2. Propriétés mécaniques

Désignation	Unité de mesure	laminé 1/			400°C 2/			700°C 3/			1250°C 4/		
		1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
Rp ^{0,002}	N/mm ²	570	640	809	650	700	863	500	532	700	600	744	900
Rm	N/mm ²	800	920	1079	810	924	1090	710	800	970	840	972	1100
A ₅	%	18	15,5	14	19	15,5	16	24	23	21	16	10	10
Z	%	52	45,8	40	53	46,4	48	63	52,4	52	50	30	28
KCU + 20°C		7-	6-	6-	10-	7-	6	16-	8-	7-	7-	5-	4-
da/J/cm ²		-10	-8	-8	-15	-10	-9	-20	-12	-11	-10	-6	-5

1/ état laminé sans traitement thermique

2/ maintenue à chaud, à 400°C, pendant 90 minutes, puis refroidie à l'air

3/ maintenue à chaud, à 800°C, pendant 90 minutes, puis refroidie à l'air

4/ maintenue à chaud, à 1250°C, pendant 45 minutes, puis refroidie à l'air.

0020792

1.3. Aptitude à l'usinage par enlèvement de matière.

Les contrôles de l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière ont été réalisés à l'aide de mesures de l'usure cratère, dont on a déterminé la valeur critique à $K_{crit.} = 0,05$ mm. Le contrôle a été effectué, pendant le tournage extérieur, à l'aide d'un outil à arête unique, à l'aide de plaques coupantes en acier rapide et en alliage dur, à serrage mécanique. L'enlèvement des copeaux a été effectué et contrôlé sur les éprouvettes de la charge 1 de l'acier selon la présente invention, qui avaient préalablement subi un traitement de détensionnement à 400°C , et sur ~~les~~ éprouvettes, traitées par trempe et revenu, d'un acier servant de base de comparaison. La composition chimique de cet acier servant de base de comparaison figure sur le tableau 3, et ses propriétés mécaniques sur le tableau 4.

TABLEAU 3

Composition chimique en pourcentages (en poids)

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al
Acier servant de base de comparaison	0,47	0,90	0,27	0,030	0,09	0,17	0,12	0,20	0,08

TABLEAU 4

Valeurs relatives à l'acier servant de base de comparaison, traité par trempe et revenu

Unité de mesure

Rp	0,002	N/mm ²	280
Rm		N/mm ²	790
A ₅		%	19
2		%	53
KCU + 20°C		da J/cm ²	4 - 6

0020792

Le résultat du contrôle de l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière, effectué à l'aide de l'outil en acier rapide, est résumé sur le tableau 5.

TABLEAU 5

Paramètres
d'enlèvement
de matière

Durées de coupe jusqu'à
usure cratère

$K_{crit} = 0,05 \text{ mm/mn}$

Désignation Paramètre	Charge 1	Acier servant de base de com- paraison
-----------------------	----------	--

Vitesse de l'enlève-
ment des copeaux

m/mn 70

240-300

18-22

Avance mm 0,12

Profondeur
de coupe mm/U 2,5

Forme des
copeaux

appropriée pour
les machines auto-
matiques 1/

copeaux
écoulants

1/ copeaux non continus et n'adhérant pas les uns aux autres, finement fragmentés, et pouvant être évacués par le liquide de refroidissement

Le résultat du contrôle de l'aptitude à l'usinage par enlèvement de matière, effectué à l'aide de l'outil en alliage dur, est résumé sur le tableau 6.
(voir tableau 6 page 12).

TABLEAU 6

Paramètres
d'enlèvement
de matière

Durées de coupe jusqu'à
usure cratère

$K_{crit} = 0,05 \text{ mm/mn}$

Désignation	Paramètre	Charge 1	Acier servant de base de comparaison
Vitesse de l'enlèvement des copeaux m/mn	200	360-480	28-40
Avance mm	0,10		
Profondeur de de coupe mm/U	1,5		
Forme des copeaux		appropriée pour les machines automatiques	copeaux écoulants

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

=====

1.- Acier de décolletage capable de supporter les sollicitations dynamiques et présentant une haute résistance, même sans trempe, ainsi qu'une excellente aptitude à l'usinage par enlèvement de matière, qui est destiné à la fabrication d'éléments de machine soumis à de grandes sollicitations, caractérisé par le fait qu'il contient, outre le fer, 0,20 à 0,70 % (en poids) de C, 1,20 à 3,00 % (en poids) de Mn, au maximum 1,00 % (en poids) de Si, au maximum 0,04 % (en poids) de P, 0,05 à 0,11 % (en poids) de S, au minimum 0,10 % (en poids) de Pb, 0,001 à 0,03 % (en poids) de Ca, 0,001 à 0,005 % (en poids) de B, 0,007 à 0,035 % (en poids) de N, 0,03 à 0,20 % (en poids) de Nb et/ou de V, au maximum 0,25 % (en poids) de Zr et/ou de Ce, au maximum 0,2 % (en poids) de Be et/ou de Bi, et au maximum 1,00 % (en poids) de Mo et/ou de Ni.

2.- Acier de décolletage selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il contient en plus du fer et des éléments résiduels habituels les éléments dans les proportions suivantes :

C	0,10 - 0,70 %	V	0,01 - 0,15 %
Mn	1,20 - 2 %	Zr	0,005 - 0,15 %
Si	0,1 - 1 %	Mo	0,01 - 0,5 %
P	0,0 - 0,10 %	B	0,001 - 0,005 %
S	0,05 - 0,15 %	Bi	0,001 - 0,005 %
Pb	0,1 - 0,4 %	Ca	0,001 - 0,01 %
Nb	0,01 - 0,15 %	N	0,007 - 0,035 %.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0020792
Numéro de la demande
EP 79 10 1820

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
	<u>FR - A - 2 246 650</u> (INLAND STEEL et S.A. ECHEVARRIA) * Page 1, 2eme alinéa; lignes 12-18; page 2, ligne 38 - page 3, ligne 35 *	1	C 22 C 38/60
	--		
	<u>FR - A - 2 281 988</u> (INLAND STEEL et S.A. ECHEVARRIA) * Page 1, lignes 25-39; page 3, ligne 37 - page 4, ligne 35 *	1	
	--		
	<u>US - A - 4 115 111</u> (ITOH et al.) * Revendications 1,5 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) C 22 C 38/60
	--		
A	<u>FR - A - 2 338 995</u> (MARREL FRERES) * Revendications 1,4 *	1	
	--		
A	<u>FR - A - 2 395 323</u> (SOCIETE NOUVELLE DES ACIERIES DE POMPEY) * Revendications 1,3,4,5 *	1	

			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
			&: membre de la même famille, document correspondant
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 06-02-1980	Examineur LIPPENS