

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 709 481 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
01.05.1996 Bulletin 1996/18

(51) Int Cl.⁶: **C22C 38/32, C22C 38/54**

(21) Numéro de dépôt: **95402230.7**

(22) Date de dépôt: **06.10.1995**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE DE ES GB IT PT SE

(30) Priorité: **31.10.1994 FR 9413029**

(71) Demandeur: **CREUSOT LOIRE INDUSTRIE
(Société Anonyme)
F-92800 Puteaux (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Beguinet, Jean
F-71200 Le Creusot (FR)**

• **Chenou, Frédéric
F-71200 Le Creusot (FR)**
• **Primon, Gilbert
F-71230 Saint Vallier (FR)**

(74) Mandataire: **Ventavoli, Roger
TECHMETAL PROMOTION (Groupe USINOR
SACILOR),
Immeuble " La Pacific ",
11/13 Cours Valmy - La Défense 7,
TSA 10001
F-92070 Paris La Défense Cédex (FR)**

(54) **Acier faiblement allié pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc**

(57) Acier faiblement allié pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc dont la composition chimique comprend en poids de 0,24% à 0,35% de Carbone, de 1 % à 2,5% de Manganèse, de 0,3% à 2,5% de Chrome, de 0,1% à 0,8% de Molybdène plus Tungstène divisé par 2, jusqu'à 2,5% de Nickel, de 0% à 0,3% de Vanadium, moins de 0,5% de Silicium, de 0,002% à 0,005% de Bore, de 0,005% à 0,1% d'Aluminium, de 0% à 0,1% de Titane, moins de 0,02% de Phosphore. La composition chimique devant satisfaire en outre à la relation :

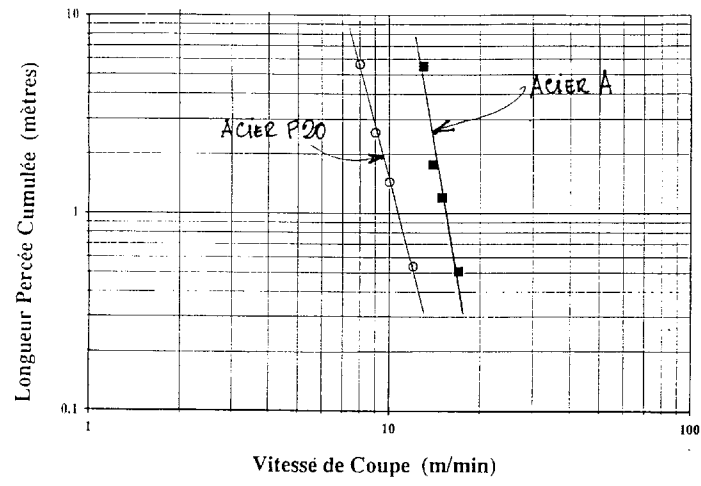
$$U = 409(\%C) + 19,3[\%Cr + \%Mo + \%W/2 + \%V] + 29,4(\%Si) + 10(\%Mn) + 7,2(\%Ni) < 200$$

et à la relation :

$$R = 3,82(\%C) + 9,79(\%Si) + 3,34(\%Mn) + 11,94(\%P) + 2,39(\%Ni) + 1,43(\%Cr) + 1,43(\%Mo + \%W/2) < 11,14$$

EP 0 709 481 A1

FIG.1



Description

La présente invention concerne un acier faiblement allié utilisé notamment pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc.

Les moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc sont fabriqués par usinage de blocs de métal massifs dont l'épaisseur peut dépasser 500mm. La surface de l'empreinte obtenue par usinage est le plus souvent soit polie soit grainée chimiquement afin de conférer aux objets obtenus par moulage l'aspect de surface souhaité. Afin de réduire au maximum l'usure des moules, tout point de leur surface doit avoir une dureté élevée comprise entre 250HB et 400HB et le plus souvent entre 270HB et 350HB. Ils doivent également avoir une limite d'élasticité la plus élevée possible et une bonne résilience pour résister aux chocs et aux déformations.

L'opération d'usinage étant très importante, puisqu'elle représente couramment 70% du coût total de fabrication du moule, le métal doit être le plus usinable possible et, très souvent, l'aptitude à l'usinage ne peut pas être obtenu par des additions classiques trop importantes tels que le Soufre ou le Plomb, car ces additions détériorent l'aptitude au polissage ou au grainage.

Les moules étant assez souvent réparés par soudure, le métal utilisé doit également être le plus soudable possible.

Enfin, le moulage des matières plastiques ou du caoutchouc se faisant à chaud, le métal utilisé doit avoir une conductibilité thermique la plus élevée possible afin de faciliter les transferts thermiques qui limitent la productivité de la fabrication d'objets moulés.

Pour fabriquer les moules on utilise en général des blocs d'acier faiblement allié suffisamment trempant pour obtenir, après trempe et revenu une structure martensitique ou martensito-bainitique ayant une dureté suffisante, une limite d'élasticité élevée, une bonne ténacité.

L'acier le plus utilisé est l'acier P20 selon la norme AISI ou les aciers W1.2311 ou W1.2738 selon la norme allemande WERKSTOFF.

L'acier P20 contient, en poids, de 0,28% à 0,4% de Carbone, de 0,2% à 0,8% de Silicium, de 0,6% à 1% de Manganèse, de 1,4% à 2% de Chrome, de 0,3% à 0,55% de Molybdène, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration.

Les aciers W1.2311 et W1.2738 contiennent, en poids, de 0,35% à 0,45% de Carbone, de 0,2% à 0,4% de Silicium, de 1,3% à 1,6% de Manganèse, de 1,8% à 2,10% de Chrome et de 0,15% à 0,25% de Molybdène ; l'acier W1.2738 contient en outre de 0,9% à 1,2% de Nickel, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration.

Ces aciers ont une bonne tenue à l'usure, mais il ont une soudabilité, une aptitude à l'usinage, une ténacité et une conductibilité thermique insuffisantes.

Afin d'améliorer l'aptitude au soudage, il a été proposé, dans la demande EP 0 431 557, un acier contenant, en poids, de 0,1% à 0,3% de Carbone, moins de 0,25% de Silicium, de 0,5% à 3,5% de Manganèse, moins de 2% de Nickel, de 1% à 3% de Chrome, de 0,03% à 2% de Molybdène, de 0,01% à 1% de Vanadium, moins de 0,002% de Bore, élément considéré comme étant une impureté nuisible, le reste étant substantiellement du fer ; la composition devant en outre satisfaire à la relation :

$$BH = 326 + 847,3(\%C) + 18,3(\%Si) - 8,6(\%Mn) - 12,5(\%Cr) \leq 460$$

Compte tenu de cette relation, la teneur en Carbone doit rester inférieure à 0,238%.

Cet acier qui a certes, une bonne soudabilité et une usinabilité acceptable, présente cependant une conductibilité thermique insuffisante.

En fait, l'Homme du Métier choisit toujours une analyse située à l'intérieur des fourchettes indiquées de façon à obtenir une trempabilité suffisante pour pouvoir réaliser des pièces d'épaisseur pouvant dépasser 400mm ; en particulier les différents éléments ne peuvent jamais être simultanément au bas des fourchettes. De ce fait tous ces aciers ont une conductibilité thermique inférieure à 35W/m/K et lorsque, dans certains moules, il est nécessaire d'avoir certaines parties dont la conductibilité thermique est sensiblement supérieure, on réalise les parties correspondantes en alliage de Cuivre/Aluminium/Fer dont la conductibilité thermique est supérieure à 40W/m/K. Mais cette technique présente l'inconvénient de compliquer la fabrication des moules puisque ce sont alors des objets composites, de plus les alliages utilisés sont beaucoup plus coûteux que l'acier.

Le but de l'invention est de proposer un acier pour la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc qui, tout en ayant au moins les mêmes propriétés mécanique et d'aptitude à l'usinage des aciers connus, ait une conductibilité thermique supérieure à 40W/m/K afin de permettre notamment de fabriquer des moules entièrement en acier.

A cet effet, l'invention a pour objet un acier faiblement allié destiné à la fabrication de moules pour matières plastiques ou pour caoutchouc, dont la composition chimique comprend en poids :

$$0,24\% \leq C \leq 0,35\%$$

$$1\% \leq Mn \leq 2,5\%$$

$$0,3\% \leq Cr \leq 2,5\%$$

EP 0 709 481 A1

$$0,1\% \leq \text{Mo} + \text{W}/2 \leq 0,8\%$$

$$0\% \leq \text{Ni} \leq 2,5\%$$

$$0\% \leq \text{V} \leq 0,3\%$$

$$\text{Si} \leq 0,5\%$$

$$0,002\% \leq \text{B} \leq 0,005\%$$

$$0,005\% \leq \text{Al} \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq \text{Ti} \leq 0,1\%$$

$$\text{P} \leq 0,02\%$$

Cette analyse satisfaisant, en plus, aux relations suivantes :

$$U=409(\%C)+19,3[\%Cr+\%Mo+\%W/2+\%V]+29,4(\%Si)+10(\%Mn)+7,2(\%Ni) < 200$$

et,

$$R=3,82(\%C)+9,79(\%Si)+3,34(\%Mn)+11,94(\%P)+2,39(\%Ni)+1,43(\%Cr)+1,43(\%Mo+\%W/2) < 11,14$$

De préférence l'acier contient,

$$0,24\% \leq \text{C} \leq 0,28\%$$

$$1\% \leq \text{Mn} \leq 1,3\%$$

$$1\% \leq \text{Cr} \leq 1,5\%$$

$$0,3\% \leq \text{Mo}+\text{W}/2 \leq 0,4\%$$

$$0,03\% \leq \text{V} \leq 0,1\%$$

L'acier, de préférence, doit contenir moins de 0,1% de Silicium.

On peut ajouter en outre, du Cuivre afin d'obtenir un durcissement supplémentaire lors du revenu, l'acier doit alors contenir de 0,8% à 2% de Nickel et de 0,5% à 2,5% de Cuivre.

La dureté peut être améliorée par des additions de Niobium, en des teneurs inférieures à 0,1% et l'usinabilité peut être améliorée par des additions de Soufre, Tellure, Sélénium, Bismuth, Calcium, Antimoine, Plomb, Indium, Zirconium ou Terres rares en des teneurs inférieures à 0,1%.

L'invention a également pour objet l'utilisation d'un acier suivant l'invention pour la fabrication par usinage de blocs d'acier trempés revenus dont la dureté est comprise entre 270HB et 350HB.

L'invention va maintenant être décrite en regard de la figure 1 qui représente un diagramme de mesure d'usinabilité en perçage selon la méthode de Taylor.

L'acier selon l'invention est un acier faiblement allié contenant principalement, en poids :

- plus de 0,24%C pour obtenir après trempe et revenu à plus de 500°C, une dureté supérieure à 270HB, et moins de 0,35%C pour ne pas trop détériorer la soudabilité et pour limiter l'importance des ségrégations défavorables à l'usinabilité, à la polissabilité et à la grainabilité ; de préférence, la teneur en Carbone doit être comprise entre 0,24% et 0,28%.
- plus de 1% de Manganèse pour augmenter la trempabilité de l'acier et moins de 2,5% et de préférence moins de 1,3% pour éviter de trop diminuer la conductibilité thermique de l'acier.
- plus de 0,3% de Chrome également pour augmenter la trempabilité et notamment éviter la formation de phases ferrito-perlitiques défavorables à la polissabilité et moins de 2,5% afin de ne pas détériorer la soudabilité et d'éviter la formation d'une quantité trop importante de carbures de Chrome défavorables notamment à l'usinabilité ; de préférence la teneur en Chrome doit être comprise entre 1% et 1,5% .
- plus de 0,1% et de préférence plus de 0,3% de Molybdène pour augmenter la trempabilité et pour ralentir l'adoucissement au revenu, mais moins de 0,8% et de préférence moins de 0,4% car, en trop grande quantité le Molybdène forme des carbures très durs défavorables à l'usinabilité, et il ségrège fortement en veines ce qui est défavorable à la polissabilité, à la grainabilité et peut également engendrer des ruptures d'outils au cours de l'usinage. Le Molybdène peut être remplacé totalement ou partiellement par du Tungstène à raison de 2% de Tungstène pour 1% de Molybdène, si bien que la teneur à prendre en compte est Mo +W/2.
- entre 0% et 0,3% et de préférence entre 0,03% et 0,1% de Vanadium afin de produire un durcissement secondaire au cours du revenu.
- entre 0,002% et 0,005% de Bore accompagné de 0,005% à 0,1% d'Aluminium et de 0% à 0,1% de Titane de façon à augmenter significativement la trempabilité sans détériorer les autres propriétés. L'aluminium et le Titane servent à éviter que le Bore ne se combine à l'Azote presque toujours en quantité telle qu'il faut protéger le Bore.

Pour que ces additions soient efficaces, lorsque la teneur en Azote est supérieure à 50 ppm la teneur en Aluminium doit être supérieure à 0,05% lorsque la teneur en Titane est inférieure à 0,005% ; lorsque la teneur en Titane est supérieure à 0,015%, la teneur en Aluminium peut être inférieure à 0,03% et de préférence être comprise entre 0,020% et 0,030%.

EP 0 709 481 A1

- moins de 0,02% de Phosphore qui est une impureté fragilisante.

Outre ces éléments principaux de composition chimique, l'acier contient ou peut contenir des éléments tels que le Silicium, le Cuivre, le Nickel soit à titre d'impuretés soit à titre d'éléments d'alliage complémentaire.

L'acier, notamment lorsqu'il est fabriqué à partir de ferrailles contient un peu de Cuivre et de Nickel. Lorsque le Nickel est en faible quantité, le Cuivre en des teneurs trop importantes crée des défauts lors du laminage à chaud ou du forgeage à chaud car il fragilise les joints de grain. En l'absence d'additions particulières, les teneurs en Nickel et Cuivre restent inférieures à 0,5% chacune

On peut ajouter jusqu'à 2,5% de Nickel pour augmenter la trempabilité.

On peut également ajouter du Cuivre pour produire un effet de durcissement structural. Dans ce cas, la teneur en Cuivre doit être comprise entre 0,5% et 2% et être accompagnée d'une teneur en Nickel comprise entre 0,8% et 2,5%.

La dureté peut également être ajustée par des additions de Niobium en des teneurs inférieures à 0,1%.

Lorsque les exigences d'aptitude au polissage ou au grainage le permettent, on peut améliorer l'usinabilité par des additions de Soufre, Tellure, Sélénium, Bismuth, Calcium, Antimoine, Plomb, Indium, Zirconium ou Terres rares en des teneurs inférieures à 0,1%.

Les inventeurs ont constaté que, dans ce domaine de composition chimique, lorsque :

$$U=409(\%C)+19,3[\%Cr+(\%Mo+\%W/2)+\%V]+29,4(\%Si)+10(\%Mn)+7,2(\%Ni)<200$$

l'usinabilité est très sensiblement meilleure que pour les aciers de type P20.

Enfin, pour que la conductibilité thermique soit suffisante il faut que :

$$R=3,82(\%C)+9,79(\%Si)+3,34(\%Mn)+11,94(\%P)+2,39(\%Ni)+1,43(\%Cr)+1,43(\%Mo+\%W/2)<11,14$$

Aussi, la composition chimique doit être choisie pour que $U < 200$ et $R < 25$. La conductibilité thermique est alors supérieure à 40W/m/K

Pour fabriquer un moule, on élabore un acier selon l'invention en faisant éventuellement une prédésoxydation au Silicium, puis une désoxydation à l'aluminium, puis on ajoute le titane et le Bore.

Le métal liquide ainsi obtenu est coulé sous forme d'un demi produit tel qu'un lingot, une brame ou une billette.

Le demi produit est alors réchauffé à une température de préférence inférieure à 1300°C et soit forgé, soit laminé pour obtenir une barre ou une tôle.

La barre ou la tôle est alors trempée pour obtenir dans toute sa masse une structure martensitique ou martensito-bainitique.

La trempe peut se faire soit directement dans la chaude de laminage ou de forgeage si la température de fin de laminage ou de fin de forgeage est inférieure à 1000°C, soit après austénitisation à une température supérieure au point A_{c3} et de préférence inférieure à 1000°C.

Après trempe à l'air, à l'huile ou à l'eau selon les dimensions, les barres ou tôles sont soumises à un revenu à température supérieure à 500°C et de préférence supérieure à 550°C de façon à obtenir une dureté comprise entre 270HB et 350HB, et de préférence voisine de 300HB, en tous points des barres ou tôles et de telle sorte que les contraintes internes engendrées par la trempe soient relaxées.

On découpe alors des blocs de dimension voulue qui sont usinés de façon notamment à former l'empreinte de l'objet qu'on souhaite obtenir par moulage.

La surface de l'empreinte peut alors être soumise à un traitement de surface tel qu'un polissage ou un grainage pour lui donner l'aspect de surface souhaité et éventuellement être nitrurée ou chromée.

A titre d'exemple, on a réalisé des moules avec l'acier A de composition : (% en poids)

C = 0,25%

Si = 0,25%

Mn = 1,1%

Cr = 1,3%

Mo = 0,35%

Ni = 0,25%

V = 0,04%

Cu = 0,3 %

B = 0,0027%

Al = 0,025%

Ti = 0,020%

S = 0,001%

P = 0,010%

On a réalisé des blocs de 400mm d'épaisseur, austénitisés à 900°C pendant 1 heure, trempés à l'eau puis revenus à 550°C pendant 1 heure et refroidis à l'air. On a obtenu ainsi une structure martensito-bainitique de dureté comprise

EP 0 709 481 A1

entre 300HB et 318HB en tous points du produit. La limite d'élasticité R_e est de 883MPa et la résistance à la rupture R_m de 970MPa, soit un rapport R_e/R_m voisine de 0,91 ; la résilience KCV à + 20°C est de l'ordre de 60J/cm².

Le Carbone équivalent de cet acier calculé selon la formule de l'IIW.

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

5 est :

$$C_{eq} = 0,808$$

l'indice BH est :

$$BH = 508$$

10

l'indice d'usinabilité est :

$$U = 151$$

la conductibilité thermique est :

$$\lambda = 41 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

15

A titre de comparaison, un bloc de même dimension réalisé dans un acier de type P20 de composition,

$$C = 0,34\%$$

$$Si = 0,45\%$$

$$Mn = 0,95\%$$

$$Cr = 1,85\%$$

20

$$Ni = 0,3\%$$

$$Mo = 0,38\%$$

après austénitisation à 900°C, trempe à l'eau et revenu à 580°C pendant 1 heure, la dureté était comparable et centrée autour de 300HB. La limite d'élasticité R_e était de 825 MPa et la résistance à la rupture R_m de 1010 MPa soit un rapport R_e/R_m voisin de 0,82. La résilience KCV à +20°C était de l'ordre de 20J/cm².

25

Le Carbone équivalent était :

$$C_{eq} = 0,964$$

Le coefficient BH :

$$BH = 591$$

L'indice d'usinabilité :

$$U = 207$$

30

La conductibilité thermique :

$$\lambda = 35 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

35

La différence d'indice d'usinabilité U se traduit par une différence d'aptitude à l'usinage comme l'indique la fig. 1 qui représente des droites de Taylor en perçage pour l'acier A et pour l'acier P20 pris en exemple. On constate sur cette figure qu'à vitesse de coupe égale, la longueur qu'on peut percer dans l'acier A est environ 10 fois plus importante que dans l'acier P20, ou, qu'à longueur percée égale, la vitesse de coupe admissible est 25% plus importante dans l'acier A que dans l'acier P20.

La soudabilité étant d'autant meilleure que le Carbone équivalent ou le coefficient BH est faible on constate que l'acier selon l'invention a une meilleure soudabilité que l'acier P20.

40

On constate que l'acier A a une conductibilité thermique 17% plus élevée que celle de l'acier P20, de plus il a une limite d'élasticité et une résilience nettement supérieure à celles de l'acier P20.

A titre de comparaison également, on a réalisé un bloc de dimension comparable en acier de composition :

$$C = 0,17\%$$

$$Si = 0,09\%$$

45

$$Mn = 2,15\%$$

$$Cr = 1,45\%$$

$$Mo = 1,08\%$$

$$V = 0,55\%$$

50

$$B = 0,0007\%$$

Après austénitisation à 900°C, trempe à l'eau, et revenu à 570°C, le bloc avait une dureté voisine de 300HB dans toute la masse et :

Le Carbone équivalent était :

$$C_{eq} = 1,144$$

55

Le coefficient BH était :

$$BH = 435$$

L'indice d'usinabilité U

$$U = 153$$

EP 0 709 481 A1

La conductibilité thermique :

$$\lambda = 35 \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$$

Cet acier a un indice BH meilleur que celui de l'acier A mais il a un Carbone équivalent plus mauvais. Son indice d'usinabilité est comparable à celui de l'acier A mais sa conductibilité thermique est plus faible de 15%.

On a également fabriqué des blocs de 400mm d'épaisseur en acier B selon l'invention austénitisés à 920°C, trempés à l'eau et revenus à 560°C puis refroidis à l'air. La dureté en tout point était comprise entre 300HB et 315HB. La limite d'élasticité Re était de 878MPa, et la résistance à la rupture Rm de 969MPa soit un rapport Re/Rm de 0,91.

La composition de l'acier était :

$$C = 0,25\%$$

$$Si = 0,1\%$$

$$Mn = 1,3\%$$

$$Cr = 1,3\%$$

$$Mo = 0,4\%$$

$$V = 0,01\%$$

$$B = 0,0025\%$$

$$Al = 0,055\%$$

$$S = 0,002\%$$

$$P = 0,015\%$$

$$Ni = 0,8\%$$

$$Cu = 0,35\%$$

Le carbone équivalent était :

$$C_{eq} = 0,83$$

Le coefficient BH était :

$$BH = 512$$

L'indice d'usinabilité était :

$$U = 153$$

La conductibilité thermique :

$$\lambda = 44 \text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$$

Cet acier, dont l'analyse se distingue de celle de l'acier A principalement par la teneur en Silicium et en Nickel présente les mêmes avantages que l'acier A et de plus, il a une conductibilité thermique bien meilleure.

Revendications

1. Acier faiblement allié dont la composition chimique comprend, en poids:

$$0,24\% \leq C \leq 0,35\%$$

$$1\% \leq Mn \leq 2,5\%$$

$$0,3\% \leq Cr \leq 2,5\%$$

$$0,1\% \leq Mo+W/2 \leq 0,8\%$$

$$0,1\% \leq W/2 \leq 0,8\%$$

$$Ni \leq 2,5\%$$

$$0\% \leq V \leq 0,3\%$$

$$Si \leq 0,5\%$$

$$0,002\% \leq B \leq 0,005\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$P \leq 0,02\%$$

$$Cu \leq 2\%$$

éventuellement, au moins un élément pris parmi Nb, Zr, S, Se, Te, Bi, Ca, Sb, Pb, In et Terres rares, en des teneurs inférieures à 0,1%, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration,

la composition chimique satisfaisant, en outre, les relations :

$$U = 409(\%C) + 19,3[\%Cr + (\%Mo + \%W/2) + \%V] + 29,4(\%Si) + 10(\%Mn) + 7,2(\%Ni) < 200$$

et,

$$R = 3,82(\%C) + 9,79(\%Si) + 3,34(\%Mn) + 11,94(\%P) + 2,39(\%Ni) + 1,43(\%Cr) + 1,43(\%Mo + \%W/2) < 11,14$$

EP 0 709 481 A1

2. Acier faiblement allié selon la revendication 1 caractérisée en ce que la composition chimique de l'acier faiblement allié comprend, en poids :

$$0,24\% \leq C \leq 0,28\%$$

$$1\% \leq Mn \leq 1,3\%$$

$$1\% \leq Cr \leq 1,5\%$$

$$0,3\% \leq Mo+W/2 \leq 0,4\%$$

$$0,03\% \leq V \leq 0,1\%$$

3. Acier faiblement allié selon la revendication 1 ou la revendication 2 caractérisé en ce que $Si \leq 0,1\%$

4. Acier faiblement allié selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que :

$$0,5\% \leq Ni \leq 2,5\%$$

$$0,5\% \leq Cu \leq 2\%$$

5. Utilisation pour la fabrication d'un moule pour matières plastiques ou pour caoutchouc par usinage d'au moins un bloc d'acier trempé revenu, d'un acier faiblement allié dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0,24\% \leq C \leq 0,35\%$$

$$1\% \leq Mn \leq 2,5\%$$

$$0,3\% \leq Cr \leq 2,5\%$$

$$0,1\% \leq Mo+W/2 \leq 0,8\%$$

$$Ni \leq 2,5\%$$

$$0\% \leq V \leq 0,3\%$$

$$Si \leq 0,5\%$$

$$0,002\% \leq B \leq 0,005\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$P \leq 0,02\%$$

$$Cu \leq 2\%$$

éventuellement, au moins un élément pris parmi Nb, Zr, S, Se, Te, Bi, Ca, Sb, Pb, In et Terres rares, en des teneurs inférieures à 0,1%, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration, la composition chimique satisfaisant, en outre, les relations :

$$U=409(\%C)+19,3[\%Cr+(\%Mo+\%W/2)+\%V]+29,4(\%Si)+10(\%Mn)+7,2(\%Ni)<200$$

et,

$$R=3,82(\%C)+9,79(\%Si)+3,34(\%Mn) +11,94(\%P)+2,39(\%Ni)+1,43(\%Cr)+1,43(\%Mo+\%W/2)<11,14$$

6. Utilisation d'un acier selon la revendication 5 pour la fabrication d'un moule pour matières plastiques ou pour caoutchouc, par usinage d'au moins un bloc de l'acier, trempé revenu, de dureté comprise entre 270HB et 350HB.

7. Acier faiblement allié dont la composition chimique comprend, en poids :

$$0,24\% \leq C \leq 0,28\%$$

$$1\% \leq Mn \leq 1,3\%$$

$$0,3\% \leq Cr \leq 1,5\%$$

$$0,3\% \leq Mo + W/2 \leq 0,4\%$$

$$Ni \leq 2,5\%$$

$$0\% \leq V \leq 0,3\%$$

$$Si \leq 0,5\%$$

$$0,002\% \leq B \leq 0,005\%$$

$$0,005\% \leq Al \leq 0,1\%$$

$$0\% \leq Ti \leq 0,1\%$$

$$P \leq 0,02\%$$

$$Cu \leq 2\%$$

éventuellement, au moins un élément pris parmi Nb, Zr, S, Se, Te, Bi, Ca, Sb, Pb, In et Terres rares, en des teneurs inférieures à 0,1%, le reste étant du fer et des impuretés liées à l'élaboration, la composition chimique satisfaisant, en outre, les relations :

$$U=409(\%C)+19,3[\%Cr+(\%Mo+\%W/2)+\%V]+29,4(\%Si)+10(\%Mn)+7,2(\%Ni)<200$$

EP 0 709 481 A1

et,

$$R=3,82(\%C)+9,79(\%Si)+3,34(\%Mn)+11,94(\%P)+2,39(\%Ni)+1,43(\%Cr)+1,43(\%Mo+\%W/2)<11,14$$

- 5
8. Acier faiblement allié selon la revendication 7 caractérisée en ce que la composition chimique de l'acier faiblement allié comprend, en poids : Si \leq 0,1%
9. Acier faiblement allié selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8 caractérisé en ce que :
- 10
- $$0,5\% \leq Ni \leq 2,5\%$$
- $$0,5\% \leq Cu \leq 2\%$$
10. Utilisation d'un acier selon l'une quelconque des revendications 7 à 9 pour la fabrication d'un moule pour matières plastiques ou pour caoutchouc, caractérisée en ce que le moule est fabriqué par usinage d'au moins un bloc de l'acier, trempé revenu.
- 15
11. Utilisation d'un acier selon la revendication 10 pour la fabrication d'un moule pour matières plastiques ou pour caoutchouc, par usinage d'au moins un bloc de l'acier, trempé revenu, et de dureté comprise entre 270HB et 350HB.

20

25

30

35

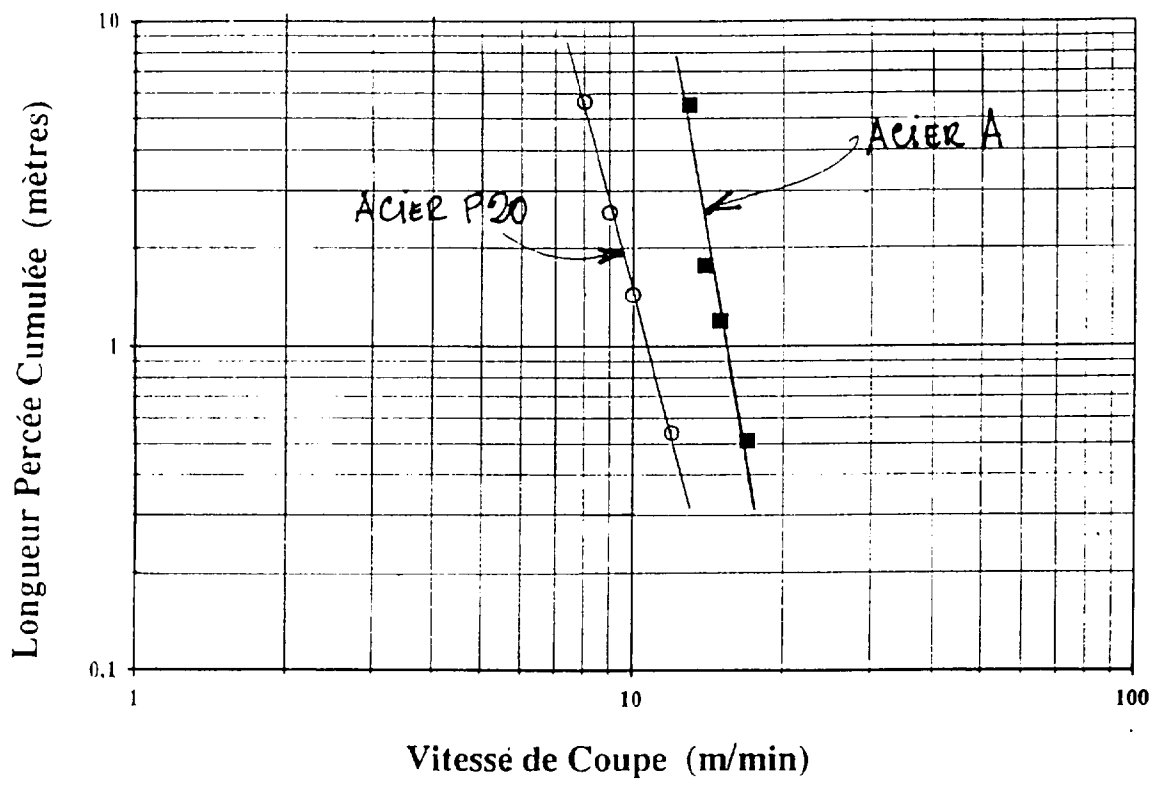
40

45

50

55

FIG.1





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 2230

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.6)
X	JP-A-5 302 117 (AICHI STEEL WORKS LTD.) * le document en entier * ---	1	C22C38/32 C22C38/54
Y	JP-A-5 171 356 (KAWASAKI STEEL CORP.) * le document en entier * ---	1	
Y	US-A-3 418 110 (SUSUMU GODA ET AL.) * le document en entier * ---	1	
A	GB-A-1 020 913 (YAWATA IRON & STEEL COMPANY LTD.) * le document en entier * ---	1-3	
A	GB-A-2 186 594 (HUNTING OILFIELD SERVICES LIMITED) *Revendications 1-7* -----	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			C22C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 31 Janvier 1996	Examinateur Lippens, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1500 03.92 (P04C02)