

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 092 629
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 82420154.5

(51) Int. Cl.³: C 22 C 38/04

(22) Date de dépôt: 15.11.82

(30) Priorité: 22.04.82 FR 8207281

(43) Date de publication de la demande:
02.11.83 Bulletin 83/44(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE(71) Demandeur: UGINE ACIERS
10, rue du Général Foy
F-75008 Paris(FR)(72) Inventeur: Heritier, Bernard
23, rue Victor Hugo
F-73200 Albertville(FR)(72) Inventeur: Maitrepierre, Philippe
Le Paradis Route de Pallud
F-73200 Albertville(FR)(72) Inventeur: Rofes-Vernis, Jaime
7, rue H. Daumier
F-13290 St. Mitre-les-Remparts(FR)(72) Inventeur: Wyckaert, Alain
18 Bd. Fontaine du Loup
F-13290 St. Mitre-les-Remparts(FR)(74) Mandataire: Givord, Jean-Pierre et al,
PECHINEY UGINE KUHLMANN 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cedex 3(FR)

(54) Procédé de fabrication de barres et de tubes en aciers à hautes caractéristiques mécaniques.

(57) L'invention concerne un procédé permettant de réaliser des barres et tubes en acier à hautes caractéristiques mécaniques.

Le procédé consiste à élaborer un acier faiblement allié contenant 0,06 à 0,12 % de carbone ainsi que des additions à des teneurs bien déterminées de Si, Mn, Nb, Al, B et éventuellement V. L'acier est utilisé à l'état brut de laminage à chaud, suivi éventuellement d'un revenu.

Les barres et tubes ainsi obtenus sont utilisés pour des applications dans lesquelles il est nécessaire d'avoir une limite élastique élevée associée à une grande résilience.

EP 0 092 629 A1

PROCEDE DE FABRICATION DE BARRES ET DE TUBES EN ACIER
A HAUTES CARACTERISTIQUES MECANQUES

Le procédé qui fait l'objet de l'invention concerne une nouvelle méthode de fabrication de barres et de tubes en acier faiblement allié, présentant à l'état brut de transformation à chaud de hautes caractéristiques mécaniques, la limite d'élasticité, la charge de rupture et la résilience étant particulièrement élevées. Le procédé concerne également une méthode qui permet d'abaisser de façon très importante les frais de transformation de l'acier sous forme de barres ou de tubes à hautes caractéristiques mécaniques.

10 L'invention concerne aussi des barres et des tubes présentant de hautes caractéristiques mécaniques à l'état brut de laminage à chaud grâce à la combinaison d'une composition définie à l'intérieur de fourchettes précises et d'une structure à prédominance bainitique.

15 De façon plus précise, l'invention concerne des barres ou tubes présentant des caractéristiques mécaniques au moins égales aux caractéristiques minimales du grade N80 de l'American Petroleum Institute, obtenues par une méthode d'élaboration et de transformation beaucoup plus économique que les méthodes habituellement utilisées.

20 Les méthodes habituelles de fabrication de barres ou tubes présentant des caractéristiques mécaniques correspondant au grade N80 de l'American Petroleum Institute, consistent à élaborer un acier faiblement allié tel que l'acier suivant norme AFNOR 40MD7. Cet acier
25 contient en % en masse ; C 0,25 à 0,50 ; Mn 1,20 à 1,70 ; Mo 0,20 et les impuretés habituelles. Après coulée en lingots ou en barres de coulée continue, cet acier est transformé par laminage à chaud en barres de la section voulue, par exemple des barres rondes de 100 à 200 mm de diamètre. A l'état brut de laminage à chaud, ces barres
30 ont généralement une limite élastique d'environ 750 MPa mais une résilience faible inférieure à 30 Joules/cm², mesurée sur éprouvettes KCU.

Dans le but de leur conférer les caractéristiques mécaniques désirées, on leur fait alors subir un traitement thermique comportant
35

-2-

un recuit d'austénitisation à une température d'environ 875°C, suivi d'un refroidissement à l'air jusqu'au voisinage de la température ambiante et enfin, un revenu à une température d'environ 600 à 650°C.

- 5 Les barres ainsi obtenues présentent des caractéristiques mécaniques conformes au grade N80, à savoir :

Charge de rupture	$R \geq 700 \text{ MPa}$
Limite élastique	$E \geq 550 \text{ MPa}$
Résilience	$KCU \geq 80 \text{ J/cm}^2$

10

Ces opérations de traitement thermique après laminage sont coûteuses en temps de fabrication, en frais de manutention et de contrôle ainsi qu'en énergie thermique et nécessitent, de plus, de disposer d'importantes installations spécialisées pour l'exécution de tels traitements.

15

On a recherché la possibilité de mettre au point un procédé d'élaboration et de transformation appliqué à une composition particulière d'acier permettant d'obtenir à l'état brut de laminage à chaud, des barres présentant directement les caractéristiques mécaniques exigées par les utilisateurs. On a recherché aussi la possibilité de réaliser, à partir de ces barres, par perçage à chaud, puis laminage à chaud sur mandrin, des tubes présentant à l'état brut de laminage à chaud des caractéristiques mécaniques comparables à celles de ces barres.

20

25

On a recherché en particulier la possibilité d'obtenir à l'état brut de laminage à chaud des barres ou tubes présentant une limite d'élasticité E supérieure à 550 MPa associée à une résilience KCU supérieure à 80 J/cm².

30

On a eu l'idée, suivant l'invention, d'élaborer un acier présentant la composition suivante en % en masse : C 0,060 à 0,120 et de préférence 0,080 à 0,110 ; Si 0,30 à 0,70 ; Mn 1,30 à 2,00 et de préférence 1,50 à 1,80 ; Nb 0,050 à 0,120 ; B 0,0025 à 0,0060 ; Al 0,040 à 0,080 ; N $\leq$ 0,010 ; reste Fe et impuretés habituelles. Cet acier étant le plus souvent élaboré à partir de ferrailles peut contenir d'assez nombreuses impuretés métalliques telles que Ni, Cr, Cu et

35

-3-

Mo, le total des impuretés métalliques ne dépassant pas environ 1%. Une addition éventuelle de V jusqu'à 0,12% peut également être effectuée. Il peut comporter aussi une addition de S jusqu'à une teneur d'environ 0,040 à 0,070% pour améliorer l'usinabilité. On peut combi-
5 ner avec cette addition de très petites additions de métaux alcalino-terreux tels que Ca et/ou Mg, et/ou de métaux des terres rares pour améliorer l'isotropie des caractéristiques mécaniques.

Après coulée sous forme de lingots ou de barres de coulée continue,
10 l'acier est transformé dans des conditions contrôlées. Le dégrossissage des lingots, au blooming, est effectué de façon classique à une température d'environ 1200 à 1050°C. Les barres ainsi obtenues, ou bien les barres de coulée continue subissent un laminage contrôlé à une température comprise entre 1000 et 700°C en une seule chaude jus-
15 qu'à l'obtention de barres de la section voulue, circulaire ou non. Dans le cas du laminage de tubes, la barre brute de laminage à chaud est percée par perçage à chaud puis l'ébauche de tube obtenue est laminée à chaud sur mandrin jusqu'à la dimension désirée. Pour les barres comme pour les tubes, il peut être avantageux d'effectuer un
20 revenu permettant de compléter la précipitation du Nb et dont l'intérêt principal est de relèver la limite d'élasticité. Ce revenu est de préférence effectué à une température comprise entre 550 et 700°C.

Les hautes caractéristiques mécaniques des produits obtenus par le
25 procédé suivant l'invention résultent essentiellement de l'action de l'opération de laminage à chaud effectuée, dans des limites de température définies et avec un taux de corroyage bien déterminé, sur un acier dont la composition est à l'intérieur des limites précisées plus haut. Grâce à sa faible teneur en carbone, associée à une ten-
30 neur en manganèse bien définie et à une combinaison d'additions de niobium, bore et aluminium, dans des proportions critiques, il est possible de supprimer les traitements classiques qui étaient considérés comme obligatoires pour obtenir ces caractéristiques mécaniques tout à fait particulières.

35

L'exemple non limitatif ci-après décrit un mode de mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

On élabore un acier contenant en % en masse : C 0,085 ; Si 0,452 ; Mn 1,520 ; Nb 0,060 ; Al 0,071 ; B 0,0049 ; N 0,007 ; Ni 0,136 ; Cr 0,167 ; Cu 0,228 ; S 0,028 ; P 0,017 ; reste Fe et impuretés habituelles.

5

Cet acier est coulé en lingots de 5,8 tonnes. Ces lingots sont préchauffés à 1230°C, puis dégrossis au blooming en barres de 182 x 182 mm à une température comprise entre 1200 et 1050°C puis laminés de façon continue en barres rondes de diamètre 140 mm. La température d'entrée est d'environ 950°C et la température à la sortie de la dernière cage du laminoir est d'environ 710°C. On prélève sur ces barres, brutes de laminage à chaud, des éprouvettes de 10 mm de diamètre pour essais de traction ainsi que des éprouvettes pour mesures de résilience du type KCU sens long. Ces prélèvements sont faits à 25 mm de la surface (axe de l'éprouvette $\varnothing$ 10 mm situé à 25 mm au-dessous de cette surface).

10

15

Le tableau ci-après donne les caractéristiques mécaniques obtenues.

20

Limite d'élasticité E MPa	Charge de rupture R MPa	Allongement A %	Striction Z %	Résilience KCU ₂ J/cm ²
600	680	24	53	90

25

On voit que la limite élastique est supérieure à 550 MPa et que la résilience est supérieure à 80 J/cm². Par ailleurs, les examens micrographiques montrent que la structure de la barre est homogène et à prédominance bainitique en tous points. Il est également possible d'appliquer le procédé suivant l'invention à la réalisation de barres de section autre que circulaire, telles que des barres carrées ou rectangulaires ou de section quelconque. Dans tous les cas, l'opération de laminage qui permet d'obtenir ces barres doit être effectuée à une température comprise entre 1000 et 700°C et le taux de corroyage doit de préférence atteindre au moins 50% sans réchauffage intermédiaire.

30

35

Comme cela a été dit plus haut, il est possible d'accroître encore

-5-

la limite élastique des barres brutes de laminage à chaud en leur faisant subir un revenu à une température de préférence comprise entre 550 et 700°C.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'obtention de barres ou tubes en acier présentant à l'état brut de laminage à chaud une structure à prédominance bainitique fine, une limite élastique supérieure à 550 MPa et une résilience supérieure à 80 J/cm², caractérisé en ce qu'il comporte les
- 5 étapes suivantes :
- élaboration d'un acier contenant en % en masse : C 0,060 à 0,120 ; Si 0,30 à 0,70 ; Mn 1,30 à 2,00 ; Nb 0,050 à 0,120 ; B 0,0025 à 0,0060 ; Al 0,040 à 0,080 ; N ≤ 0,010 ; V ≤ 0,120 ; impuretés habituelles parmi lesquelles le total des impuretés métalliques telles que Ni, Cr, Cu, Mo, ne dépasse pas 1,0 ; reste Fe ;
 - transformation à chaud, avec un laminage final contrôlé, sous forme de barres, à température comprise entre 1000 et 700°C en une seule chauffe, avec un taux de réduction de la section initiale d'au moins 50%.
- 15
2. Procédé suivant revendication 1, caractérisé en ce que l'acier contient en % en masse : C 0,080 à 0,110 et Mn 1,50 à 1,80.
3. Procédé suivant revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que
- 20 l'acier contient en % en masse : V 0,060 à 0,120.
4. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'acier contient en % en masse une addition de, en % en masse : S 0,040 à 0,070, combinée avec l'addition d'au moins un métal
- 25 choisi dans le groupe comprenant les métaux alcalino-terreux et les métaux des terres rares.
5. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les barres obtenues par laminage à chaud sont ensuite percées à chaud puis laminées à chaud sur mandrin sous forme de tubes.
- 30
6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les barres ou tubes laminés à chaud subissent un revenu à une température comprise entre 550 et 700°C.
- 35
7. Barres ou tubes en acier, ayant à l'état brut de laminage à

- à chaud une structure à prédominance bainitique à grains fins, une limite élastique, à 25 mm au-dessous de la surface, supérieure à 550 MPa et une résilience supérieure à 80 J/cm², caractérisés en ce qu'ils contiennent en % en masse : C 0,060 à 0,120 ; Si 0,30 à 0,70 ;
- 5 Mn 1,30 à 2,00 ; Nb 0,050 à 0,120 ; Al 0,040 à 0,080 ; B 0,0025 à 0,0060 ; N ≤ 0,010 ; V ≤ 0,120 ; impuretés habituelles parmi lesquelles le total des impuretés métalliques telles que Ni, Cr, Cu, Mo ne dépasse pas 1,0 ; reste Fe.
- 10 8. Barres ou tubes suivant revendication 6, caractérisés en ce qu'ils contiennent en % en masse : C 0,080 à 0,110 et Mn 1,50 à 1,80.
9. Barres ou tubes suivant revendication 8, caractérisés en ce qu'ils contiennent en % en masse : V 0,060 à 0,120.
- 15 10. Barres ou tubes suivant revendication 6 ou 7, caractérisés en ce qu'ils contiennent une addition de en % en masse : S 0,040 à 0,070, et une addition d'au moins un métal choisi dans le groupe comprenant les métaux alcalino-terreux et les métaux des terres rares.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0092629

Numéro de la demande

EP 82 42 0154

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. 3)
A	SU-A- 522 261 (GOLOVANENKO et al.) * En entier *	1	C 22 C 38/04
A	FR-A-2 187 922 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES) * Revendications 1,2; page 3, lignes 4-7 *	1	
A	FR-A-2 400 067 (KAWASAKI STEEL CORP.) * Revendications 1,2 *	1	
A	GB-A-2 019 439 (NIPPON STEEL CORP.) * Revendication 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			C 22 C 38/04
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 29-07-1983	Examineur 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	