(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 685 708**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **91 16310**

(51) Int Cl[5] : C 22 C 38/18, C 21 D 9/52

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 30.12.91.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 02.07.93 Bulletin 93/26.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société dite: ASCOMETAL* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Lecouturier Fabrice, Dhers Jean, Vaudant Adrien et Sabau Roger.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Cabinet Lavoix.

(54) Produit long pour la fabrication par formage à froid, notamment par frappe à froid, de produits élaborés tels que des boulons et procédé de fabrication d'un produit à froid.

(57) L'invention concerne un produit long tel qu'un fil ou une barre pour la fabrication par formage à froid, notamment par frappe à froid de produits élaborés ayant une résistance à la traction supérieure à 1000 MPa et inférieure à 1170 MPa et une limite d'élasticité supérieure à 900 MPa. Le produit long est réalisé en un acier à l'état trempé et revenu contenant:

$$0{,}15\ \% < C < 0{,}3\ \%$$
$$1\ \% < Mn < 1{,}8\ \%$$
$$Si < 0{,}2\ \%$$
$$S < 0{,}03\ \%$$
$$0{,}15\ \% < Cr < 0{,}5\ \%$$
$$0{,}0005\ \% < B < 0{,}005\ \%$$
$$0{,}01\ \% < Ti < 0{,}03\ \%,$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de la fusion des matières premières.

FR 2 685 708 - A1

L'invention est relative à un produit long tel qu'un fil ou une barre pour la fabrication par formage à froid, notamment par frappe à froid, de produits élaborés tels que des boulons, lesdits produits élaborés ayant une résistance à la traction supérieure à 1000 MPa et inférieure à 1170 MPa et une limite d'élasticité $R_{e0,002}$ supérieure à 900 MPa.

Pour fabriquer des boulons on déforme à froid par frappe à froid des lopins de fil d'acier qu'on choisit en fonction des caractéristiques mécaniques recherchées pour les boulons. Il existe au moins trois classes d'acier pour la frappe à froid, la classe 8.8, la classe 10.9, la classe 12.9 ; le premier chiffre représente la résistance à la traction minimale divisée par 100, le deuxième chiffre représente le rapport de la limite d'élasticité à la résistance multiplié par dix ; ces grandeurs étant mesurées sur les produits obtenus par frappe à froid.

Pour réaliser des boulons correspondant à la classe 10.9 on utilise généralement un acier du type 38C4 (selon la norme AFNOR) contenant environ 0,38 % de carbone et environ 1 % de chrome.

Selon une première technique, on lamine à chaud l'acier pour en faire un fil auquel on fait subir un traitement de globulisation pour le rendre apte à la frappe à froid, on le tréfile pour lui donner le diamètre final voulu, puis on découpe des tronçons qu'on met en forme par frappe à froid, les pièces obtenues sont alors trempées et revenues et comme le traitement de trempe déforme les pièces on redresse les boulons. Cette technique a l'inconvénient de comporter de nombreuses opérations notamment deux traitements thermiques et d'être coûteuse. De plus, l'acier 38C4 contenant 1 % de chrome est cher ; en outre, il contient une forte teneur en carbone, ce qui le rend relativement sensible à la rupture différée engendrée par l'hydrogène.

Selon une autre technique, on lamine l'acier à chaud, on le tréfile éventuellement, on le met en couronne et on fait subir aux couronnes un traitement de trempe et revenu. On cisaille des lopins qu'on met en forme par frappe à froid ; il n'y a pas besoin de faire de traitement thermique sur les pièces ni de les redresser. Cette technique a l'avantage de réduire les opérations de fabrication, mais d'une part l'acier utilisé qui est du type 38C4 présente les mêmes inconvénients que dans la technique précédente et d'autre part le traitement thermique en couronne conduit à des hétérogénéités de caractéristiques le long du fil ; il en résulte des dispersions de caractéristiques mécaniques sur les boulons.

L'invention a pour but de proposer un produit long tel qu'un fil ou une barre pour mise en forme à froid notamment par frappe à froid, de la classe 10.9, qui permette de supprimer le traitement thermique sur les pièces, à l'état élaboré, après formage à froid, qui ait des caractéristiques homogènes sur toute sa longueur, qui soit économique et qui ait une résistance à la fissuration par l'hydrogène améliorée.

A cet effet, l'invention a pour objet un produit long tel qu'un fil ou une barre pour la fabrication par déformation à froid, notamment par frappe à froid de produits élaborés tels que des boulons, lesdits produits élaborés ayant une résistance à la traction supérieure à 1000 MPa et inférieure à 1170 MPa et une limite d'élasticité $R_{e0,002}$ supérieure à 900 MPa, constitué d'un acier à l'état trempé et revenu contenant en poids :

$0,15\ \% < C < 0,3\ \%$

$1\ \% < Mn < 1,8\ \%$

$Si < 0,2\ \%$

$S < 0,03\ \%$

$0,15\ \% < Cr < 0,5\ \%$

$0,0005\ \% < B < 0,005\ \%$

0,01 % < Ti < 0,03 %,

le reste étant du fer et des impuretés résultant de la fusion des matières premières.

L'acier peut contenir en outre de 0,12 % à 0,25% de nickel et de 0,04 % à 0,15 % de molybdène.

De préférence la composition chimique de l'acier comporte :

0,18 % < C < 0,28 %
1 % < Mn < 1,5 %
Si < 0,15 %
0,2 % < Cr < 0,5 %
0,12 % < Ni < 0,25 %
0,04 % < Mo < 0,08 %
S < 0,025 %
P < 0,015 %
0,0005 % < B < 0,005 %
0,01 % < Ti < 0,03 %,

le reste étant du fer et des impuretés résultant de la fusion des matières premières.

Le fil ou la barre a une structure micrographique martensitique revenue avec éventuellement des ilôts de bainite revenue.

La trempe et le revenu sont effectués en continu.

L'invention va maintenant être décrite plus en détail, mais de façon non limitative.

Pour réaliser un fil selon l'invention on utilise un acier contenant :

- plus de 0,15 % de carbone pour avoir suffisamment de dureté et de trempabilité et moins de 0,3 % pour assurer une bonne aptitude à la déformation à froid et pour réduire la sensibilité à l'hydrogène ; de préférence on choisit la teneur en carbone comprise entre 0,18 % et 0,28 %,

- plus de 1 % de Mn pour obtenir une certaine trempabilité mais moins de 1,8 % et préférentiellement moins de 1,5 % car de trop fortes teneurs en manganèse fragilisent l'acier,

- plus de 0,15 % et de préférence plus de 0,2 % de chrome pour augmenter la trempabilité mais moins de 0,5 % car cet élément est cher,

- de 0,0005 % à 0,005 % de bore qui augmente la trempabilité sans modifier les autres propriétés de l'acier. La fourchette de composition correspond au domaine dans lequel le bore est efficace,

- de 0,01 % à 0,03 % de titane pour piéger l'azote et éviter qu'il ne combine au bore de façon à conserver l'efficacité de cet élément,

- moins de 0,2 % de silicium et préférentiellement moins de 0,15 % car de trop fortes teneurs diminuent la ductilité de l'acier.

L'acier contient en outre du soufre et du phosphore qui sont des impuretés.

La teneur en soufre est limitée à 0,015 % au plus mais dans les aciers destinés à réaliser des pièces qui seront usinées, la teneur en soufre peut aller jusqu'à 0,025 %, car cet élément améliore l'usinabilité des aciers.

Le phosphore est un élément fragilisant et sa teneur doit rester inférieure à 0,015 %.

Enfin, en particulier lorsqu'il est produit à partir de ferrailles, l'acier peut contenir du nickel et du molybdène. Ces éléments ont un effet favorable sur la trempabilité et on impose que leurs teneurs soient comprises entre 0,12 % et 0,25 % pour le nickel et entre 0,04 % et 0,15 % (préférentiellement 0,08 %) pour le molybdène.

L'acier est calmé à l'aluminium et contient de faibles teneurs de cet élément. Il contient également de l'azote introduit par l'élaboration.

L'acier qui vient d'être défini est utilisé sous la forme d'un demi-produit tel qu'une billette qui est laminé sur un train à fil pour réaliser un fil de diamètre compris par exemple entre 5,5 mm et 18 mm.

Le fil laminé est alors tréfilé pour obtenir le diamètre définitif et un bon état de surface ; le diamètre peut être compris par exemple entre 4,5 mm et 17,5 mm.

Le fil subit alors un traitement de trempe et revenu en continu réalisé en faisant défiler le fil dans une installation comportant :

- un four d'austénitisation à atmosphère contrôlée,
- un bac de trempe,
- un équipement de revenu constitué d'un bac contenant un alliage de plomb fondu.

Dans le four d'austénitisation le fil est porté à une température supérieure à 900°C, température à laquelle il reste moins de 5 mn. Ce temps très court a l'avantage de ne pas faire grossir le grain austénitique, ce qui permet d'obtenir en final une structure très fine favorable à une bonne tenue à la fatigue, une bonne résilience et une aptitude à la mise en forme à froid. L'atmosphère contrôlée permet de ne pas décarburer en surface.

La trempe se fait à l'eau additionnée de polymères du type PAG ou PVP ou à l'huile de trempe accélérée.

On utilise de l'eau avec des additifs ou de l'huile pour éviter de provoquer des tapures sur les fils.

Le revenu est effectué à une température comprise entre 450°C et 600°C.

On obtient ainsi un fil dont la structure est de la martensite revenue contenant éventuellement des ilôts de bainite revenue.

Ce fil a une résistance à la traction Rm comprise entre 900 MPa et 1000 MPa, une limite d'élasticité

$R_{e0,002}$ supérieure à 850 MPa et une striction supérieure à 65 %.

Avec ce fil, après avoir fait une opération de recouvrement qui consiste en un décapage suivi d'une phosphatation et d'un savonnage, on peut réaliser par frappe à froid et sans traitement thermique des pièces telles que des boulons qui ont une résistance comprise entre 1000 MPa et 1170 MPa et une limite d'élasticité supérieure à 900 MPa.

Le fil ainsi obtenu est de la classe 10.9 ; il a l'avantage de ne pas nécessiter de traitement thermique après frappe à froid. Comme il a été fabriqué par un processus continu, il a des caractéristiques très homogènes sur toute sa longueur. La teneur en chrome étant faible, il est peu cher. Grâce à sa teneur en carbone basse, il a une bonne résistance à la fissuration par l'hydrogène. Enfin, ce fil a une ductilité au moins aussi bonne que celle des fils en acier 38C4 globulisé.

A titre d'exemple, lors d'essais d'écrasement connus de l'homme de métier, le fil selon l'invention a présenté des taux d'écrasement limite compris entre 70 % et 76 % alors que le fil en 38C4 globulisé a des taux d'écrasement limite compris entre 60 % et 80 % bien que sa résistance soit comprise entre 530 et 540 MPa seulement.

Ce fil peut être utilisé pour tout type de mise en forme par déformation à froid et pour réaliser tout type de pièce élaborée à froid. Il peut par exemple être utilisé en pliage à froid ou en forge à froid ou en étirage à froid.

Le traitement thermique doit être réalisé en continu mais le four d'austénitisation peut être remplacé par un dispositif de chauffage par induction.

De même tout type de dispositif continu peut être utilisé pour la trempe et pour le revenu.

Enfin la nuance d'acier revendiquée peut être utilisée également pour fabriquer des barres trempées revenues destinées à la déformation à froid.

REVENDICATIONS

1.- Produit long pour la fabrication de produits élaborés tels que des boulons, par formage à froid notamment par frappe à froid, lesdits produits élaborés ayant une résistance à la traction supérieure à 1000 MPa et inférieure 1170 MPa et une limite d'élasticité $R_{e0,002}$ supérieure à 900 MPa caractérisé en ce qu'il est constitué d'un acier à l'état trempé et revenu contenant en poids :

0,15 % < C < 0,3 %
1 % < Mn < 1,8 %
Si < 0,2 %
S < 0,03 %
0,15 % < Cr < 0,5 %
0,0005 % < B < 0,005 %
0,01 % < Ti < 0,03 %,

le reste étant du fer et des impuretés résultant de la fusion des matières premières.

2.- Produit long selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un acier contenant en outre de 0,12 % à 0,25 % de nickel et de 0,04 % à 0,15% de molybdène.

3.- Produit long selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que sa composition chimique comprend de préférence :

0,18 % < C < 0,28 %
1 % < Mn < 1,5 %
Si < 0,15 %
0,2 % < Cr < 0,5 %
0,12 % < Ni < 0,25 %
0,04 % < Mo < 0,08 %
S < 0,025 %
P < 0,015 %
0,0005 % < B < 0,005 %
0,01 % < Ti < 0,03 %,

le reste étant du fer et des impuretés résultant de la fusion des matières premières.

4.- Produit long selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que sa structure micrographique est martensitique revenue avec éventuellement des ilôts de bainite revenue.

5.- Produit long selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la trempe et le revenu sont effectués en continu.

6.- Procédé de fabrication d'un produit élaboré par formage à froid d'un produit long en acier, ayant une résistance à la traction supérieure à 1000 MPa et inférieure à 1170 MPa et une limite d'élasticité $R_{e0,002}$ supérieure à 900 MPa, caractérisé en ce qu'on réalise le formage à froid du produit long en acier qui contient :

$0,15\ \% < C < 0,3\ \%$

$1\ \% < Mn < 1,8\ \%$

$Si < 0,2\ \%$

$S < 0,03\ \%$

$0,15\ \% < Cr < 0,5\ \%$

$0,0005\ \% < B < 0,005\ \%$

$0,01\ \% < Ti < 0,03\ \%$,

après trempe et revenu du produit long en continu, sans traitement thermique ultérieur du produit élaboré par formage à froid.

2685708

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL de la PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FR 9116310
FA 465499

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X	US-A-4 537 644 (TOMINAGA ET AL.) *Revendications 1-4; colonne 4,l.7-33*	1-3
A	GB-A-1 193 995 (YAWATA IRON & STEEL CO.) * revendications 1,5 *	1-3
A	GB-A-2 225 022 (NIPPON SEIKO K.K.) * revendications 1,3,4 *	1-3

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

C22C

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
10 AOUT 1992	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** : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
- **O** : divulgation non-écrite
- **P** : document intercalaire
- **T** : théorie ou principe à la base de l'invention
- **E** : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
- **D** : cité dans la demande
- **L** : cité pour d'autres raisons
- **&** : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)