

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 550 294 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
09.10.1996 Bulletin 1996/41

(51) Int Cl.⁶: **C22C 38/32**

(21) Numéro de dépôt: **92402902.8**

(22) Date de dépôt: **26.10.1992**

(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 élaboré à froid**

Rohfabrikate grosser Länge für Herstellungsverfahren durch Kaltumformen, insbesondere für Kaltstauchen von formgebend bearbeitete Erzeugnisse wie Bolzen, und Verfahren zur Herstellung dieser kaltgeformten Gegenstände

Elongated product for cold forming manufacturing process, more particularly for cold coining of shaped products such as bolts, and process for manufacturing this cold formed product

(84) Etats contractants désignés:
BE DE ES FR GB IT NL SE

(30) Priorité: **30.12.1991 FR 9116310**

(43) Date de publication de la demande:
07.07.1993 Bulletin 1993/27

(73) Titulaire: **ASCOMETAL**
F-92800 Puteaux (FR)

(72) Inventeurs:
• **Lecouturier, Fabrice**
F-13270 Fos (FR)

- **Dhers, Jean**
F-42000 St Etienne (FR)
- **Vaudant, Adrien**
F-01000 Bourg en Bresse (FR)
- **Sabau, Roger**
F-01960 Penonas (FR)

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al**
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(56) Documents cités:
GB-A- 1 193 995 **GB-A- 2 225 022**
US-A- 4 537 644

EP 0 550 294 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

L'invention est relative à un procédé de fabrication d'un fil d'acier et d'un produit élaboré, tel qu'un boulon, à partir du fil d'acier, et à l'acier utilisé, ledit produit élaboré 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.

On connaît, par le GB-A-1.193.995, un acier à haute résistance contenant en poids, 0,003 à 0,18 % C, 0,1 à 1,0 % Si, 0,5 à 1,5 % Mn, 0,05 à 5 % Cr, 0,03 à 0,5 % Mo, 0,0003 à 0,003 % B, 0,04 à 0,25 % Al ainsi qu'au moins un élément du groupe comportant Nb (0,005 à 0,05 %), Ti (0,005 à 0,10 %) et Zr (0,005 à 0,10 %), le total de Nb + Ti + Zr étant inférieur à 0,1 % et le solde étant constitué par du fer. La composition de l'acier est ajustée pour obtenir une bonne soudabilité et en aucun

cas en considération de caractéristiques de formage pouvant permettre d'envisager la fabrication de fils ou de produits élaborés par frappe à froid.

On connaît également, par le US-A-4.537.644 un acier ayant une résistance à la traction supérieure à 1000 MPa, contenant, en poids, 0,15 à 0,5 % C, jusqu'à 1,5 % Si, 0,20 à 1,5 % Mn, jusqu'à 2 % Cr, 0,0005 % à 0,0030 % B, 0,005 % à 0,10 % Al, jusqu'à 0,010 % P, jusqu'à 0,0090 % N, 0,010 % à 0,050 % Ti, le solde étant constitué par du fer. L'acier peut également contenir jusqu'à 0,50 % de Mo.

Bien que cet acier soit destiné entre autres à la fabrication de boulons à haute résistance, sa composition et son traitement ne sont pas optimisés dans l'optique de la fabrication d'un fil par laminage et tréfilage et d'un boulon par frappe à froid.

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 procédé de fabrication d'un fil d'acier ayant une résistance à la traction comprise entre 800 MPa et 1000 MPa et une limite d'élasticité $R_{e0,002}$ supérieure à 850 MPa et une striction supérieure à 65 %, caractérisé en ce que :

- on approvisionne un demi-produit en un acier dont la composition chimique comprend en poids :

$$\begin{aligned} 0,15 \% &\leq C \leq 0,3 \% \\ 1 \% &\leq Mn \leq 1,8 \% \\ Si &\leq 0,2 \% \\ S &\leq 0,03 \% \\ 0,15 \% &\leq Cr \leq 0,5 \% \\ 0,0005 \% &\leq B \leq 0,005 \% \\ 0,01 \% &\leq Ti \leq 0,03 \%, \\ \text{éventuellement : } &0,12 \% \leq Ni \leq 0,25 \% \\ \text{éventuellement : } &0,04 \% \leq Mo \leq 0,15 \% \end{aligned}$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration,

- on lamine le demi-produit sur un train à fil pour obtenir un fil laminé,
- on tréfile le fil laminé pour obtenir un fil tréfilé,
- on fait passer en continu le fil tréfilé dans un four d'austénitisation, puis dans un bac de trempe, puis dans un équipement de revenu, de façon à lui faire subir un traitement de trempe et revenu.

De préférence :

- dans le four d'austénitisation, le fil tréfilé est porté à une température supérieure à 900°C pendant un temps supérieur à 5 mn.

- la trempe se fait à l'eau additionnée de polymères du type PAG ou PVP ou à l'huile de trempe accélérée.
- le revenu se fait à une température comprise entre 450°C et 600°C par passage dans un bac contenant un métal fondu tel qu'un alliage de plomb.
- l'acier contient entre 0,12 % et 0,25 % de Nickel.

L'invention est également relative à un procédé pour la fabrication d'un produit élaboré tel qu'un boulon, 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 que :

- on approvisionne un fil tréfilé obtenu par le procédé selon l'invention ;
- on effectue une opération de recouvrement du fil tréfilé ;
- on forme le produit élaboré par frappe à froid, sans traitement thermique ultérieur.

Enfin, l'invention est relative à un acier contenant, en poids

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

$$1 \% \leq Mn \leq 1,8 \%$$

$$Si \leq 0,2 \%$$

$$S \leq 0,03 \%$$

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

$$0,12 \% \leq Ni \leq 0,25 \%$$

$$\text{éventuellement : } 0,04 \% \leq Mo \leq 0,15 \%$$

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

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

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

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 îlots de

bainite revenue.

Ce fil a une résistance à la traction R_m 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. Procédé de fabrication d'un fil d'acier ayant une résistance à la traction comprise entre 800 MPa et 1000 MPa et une limite d'élasticité $R_{e0,002}$ supérieure à 850 MPa et une striction supérieure à 65 %, caractérisé en ce que :

- on approvisionne un demi-produit en un acier dont la composition chimique comprend en poids :

$$\begin{aligned} 0,15 \% &\leq C \leq 0,3 \% \\ 1 \% &\leq Mn \leq 1,8 \% \\ Si &\leq 0,2 \% \\ S &\leq 0,03 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,15 \% &\leq Cr \leq 0,5 \% \\ 0,0005 \% &\leq B \leq 0,005 \% \\ 0,01 \% &\leq Ti \leq 0,03 \%, \\ \text{éventuellement : } 0,12 \% &\leq Ni \leq 0,25 \% \\ \text{éventuellement : } 0,04 \% &\leq Mo \leq 0,15 \% \end{aligned}$$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration,

- on lamine le demi-produit sur un train à fil pour obtenir un fil laminé,
- on tréfile le fil laminé pour obtenir un fil tréfilé,
- on fait passer en continu le fil tréfilé dans un four d'austénitisation, puis dans un bac de trempe, puis dans un équipement de revenu, de façon à lui faire subir un traitement de trempe et revenu.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, dans le four d'austénitisation, le fil tréfilé est porté à une température supérieure à 900°C pendant un temps supérieur à 5 mn.

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que la trempe se fait à l'eau additionnée de polymères du type PAG ou PVP ou à l'huile de trempe accélérée.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le revenu se fait à une température comprise entre 450°C et 600°C par passage dans un bac contenant un métal fondu tel qu'un alliage de plomb.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'acier contient entre 0,12 % et 0,25 % de Nickel.

6. Procédé pour la fabrication d'un produit élaboré tel qu'un boulon, 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 que :

- on approvisionne un fil tréfilé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ;
- on effectue une opération de recouvrement du fil tréfilé ;
- on forme le produit élaboré par frappe à froid, sans traitement thermique ultérieur.

7. Produit long en acier, caractérisé en ce que sa composition chimique comprend, en poids :

$$\begin{aligned} 0,15 \% &\leq C \leq 0,3 \% \\ 1 \% &\leq Mn \leq 1,8 \% \\ Si &\leq 0,2 \% \\ S &\leq 0,03 \% \end{aligned}$$

$0,15 \% \leq \text{Cr} \leq 0,5 \%$
 $0,12 \% \leq \text{Ni} \leq 0,25 \%$
 éventuellement : $0,04 \% \leq \text{Mo} \leq 0,15 \%$
 $0,0005 \% \leq \text{B} \leq 0,005 \%$
 $0,01 \% \leq \text{Ti} \leq 0,03 \%$

le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Stahldrahtes mit einer Zugfestigkeit zwischen 800 MPa und 1000 MPa und einer Elastizitätsgrenze $R_{e0,002}$ von mehr als 850 MPa und einer Einschnürung von mehr als 65 %, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein Halbfabrikat aus einem Stahl, dessen chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozent enthält:

$0,15 \% \leq \text{C} \leq 0,3 \%$
 $1 \% \leq \text{Mn} \leq 1,8 \%$
 $\text{Si} \leq 0,2 \%$
 $\text{S} \leq 0,03 \%$
 $0,15 \% \leq \text{Cr} \leq 0,5 \%$
 $0,0005 \% \leq \text{B} \leq 0,005 \%$
 $0,01 \% \leq \text{Ti} \leq 0,03 \%$
 gegebenenfalls $0,12 \% \leq \text{Ni} \leq 0,25 \%$
 gegebenenfalls $0,04 \% \leq \text{Mo} \leq 0,15 \%$

Rest Eisen und erzeugungsbedingte Verunreinigungen, vorgesehen wird,

- das Halbfabrikat auf einem Drahtwalzwerk zu einem Walzdraht gewalzt wird,
- der Walzdraht zu einem gezogenen Draht gezogen wird,
- der gezogene Draht kontinuierlich in einen Austenitisierungs-Ofen, dann in einen Härtingsbehälter, dann in eine Anlaßeinrichtung überführt wird, derart, daß er eine Vergütung erfährt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Austenitisierungs-Ofen der gezogene Draht auf eine Temperatur von mehr als 900°C während einer Zeit von mehr als 5 min gebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Haftung mit mit Polymeren des Typs PAG oder PVP versetztem Wasser oder mit Schnellabschrecköl erfolgt.

4. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Anlassen bei einer Temperatur zwischen 450°C und 600°C durch

Überführen in einen Behälter erfolgt, welcher ein geschmolzenes Metall, wie etwa eine Bleilegierung, enthält.

5. Verfahren nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Stahl zwischen 0,12 % und 0,25 % Nickel enthält.

6. Verfahren zur Herstellung eines fertigbearbeiteten Produkts, wie etwa eines Schraubbolzens, fertig bearbeitet durch Kaltverformung eines Langprodukts aus Stahl, mit einem Zugwiderstand von mehr als 1000 MPa und kleiner als 1170 MPa und einer Elastizitätsgrenze $R_{e0,002}$ von mehr als 900 MPa, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein gezogener Draht nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6 vorgesehen wird,
- ein Vorgang der Abdeckung des gezogenen Drahtes bewirkt wird,
- das fertig bearbeitete Produkt durch Kaltschlagen ohne spätere Wärmebehandlung gebildet wird.

7. Langprodukt aus Stahl, dadurch gekennzeichnet, daß seine chemische Zusammensetzung, in Gewichtsprozent enthält:

$0,15 \% \leq \text{C} \leq 0,3 \%$
 $1 \% \leq \text{Mn} \leq 1,8 \%$
 $\text{Si} \leq 0,2 \%$
 $\text{S} \leq 0,03 \%$
 $0,15 \% \leq \text{Cr} \leq 0,5 \%$
 $0,12 \% \leq \text{Ni} \leq 0,25 \%$
 gegebenenfalls $0,04 \% \leq \text{Mo} \leq 0,15 \%$
 $0,0005 \% \leq \text{B} \leq 0,005 \%$
 $0,01 \% \leq \text{Ti} \leq 0,03 \%$

Rest Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

Claims

1. Process for the production of a steel wire having a tensile strength between 800 and 1000 MPa and a yield strength $R_{e0,002}$ above 850 MPa and a necking above 65%, characterized in that:

- a semifinished product is supplied with a steel having the following chemical composition by weight:

$0,15\% \leq \text{C} \leq 0,3\%$
 $1\% \leq \text{Mn} \leq 1,8\%$
 $\text{Si} \leq 0,2\%$
 $\text{S} \leq 0,03\%$
 $0,15\% \leq \text{Cr} \leq 0,5\%$

$0.005\% \leq B \leq 0.005\%$
 $0.01\% \leq Ti \leq 0.03\%$
 optionally : $0.12\% \leq Hi \leq 0.25\%$
 optionally : $0.04\% \leq Mo \leq 0.15\%$,

5

the remainder being iron and impurities resulting from the preparation,

- the semifinished product is rolled on a wire train to obtain a rolled wire,
- the rolled wire is drawn to obtain a drawn wire,
- the drawn wire is continuously passed into an austenitization furnace and then into a hardening tank, followed by passage into a tempering equipment, so that it undergoes a hardening and tempering treatment.

10

15

2. Process according to claim 1, characterized in that, in the austenitization furnace, the drawn wire is heated to a temperature above 900°C for a time exceeding 5 minutes.

20

3. Process according to claims 1 or 2, characterized in that hardening takes place with water to which have been added polymers of the type PAG or PVP or with accelerated hardening oil.

25

4. Process according to any one of the claims 1 to 3, characterized in that tempering takes place at a temperature between 450 and 600°C by passing into a tank containing a molten metal such as a lead alloy.

30

35

5. Process according to any one of the claims 1 to 4, characterized in that the steel contains between 0.12 and 0.25% nickel.

6. Process for the production of a prepared product such as a bolt, prepared by the cold shaping of a long steel product, having a tensile strength above 1000 MPa and below 1170 MPa and a yield strength $R_{e0.002}$ above 900 MPa, characterized in that a drawn wire according to any one of the claims 1 to 6 is supplied, a drawn wire covering operation is performed and the prepared product is shaped by cold stamping without any subsequent heat treatment.

40

45

50

7. Long steel product, characterized in that its chemical composition comprises by weight:

$0.15\% \leq C \leq 0.3\%$
 $1\% \leq Mn \leq 1.8\%$
 $Si \leq 0.2\%$
 $S \leq 0.03\%$
 $0.15\% \leq Cr \leq 0.5\%$

55

$0.12\% \leq Ni \leq 0.25\%$ optionally : $0.04\% \leq Mo \leq 0.15\%$
 $0.005\% \leq B \leq 0.005\%$
 $0.01\% \leq Ti \leq 0.03\%$,

the remainder being iron and impurities resulting from the preparation.