

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 003 920 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.12.2001 Patentblatt 2001/49

(51) Int Cl.7: **C21D 9/04**, C21D 1/20,
C22C 38/22

(21) Anmeldenummer: **98943853.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/04894

(22) Anmeldetag: **06.08.1998**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/09222 (25.02.1999 Gazette 1999/08)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HOCHFESTEN GLEISTEILS SOWIE GLEISTEIL**

METHOD FOR PRODUCING A HIGH-STRENGTH TRACK ELEMENT AND TRACK ELEMENT
THUS OBTAINED

PROCEDE DE FABRICATION D'UN ELEMENT DE VOIE A RESISTANCE ELEVEE, ET ELEMENT
DE VOIE AINSI OBTENU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB IT LI LU NL PT SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 612 852 EP-A- 0 849 368
WO-A-97/45563

(30) Priorität: **14.08.1997 DE 19735285**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.05.2000 Patentblatt 2000/22

(73) Patentinhaber: **BWG Butzbacher Weichenbau
Gesellschaft mbH & Co. KG**
D-35510 Butzbach (DE)

(72) Erfinder:
• **RATZ, Gerhard**
D-35428 Langgöns (DE)
• **KUNITZ, Walter**
D-13745 Wildau (DE)

(74) Vertreter:
Stoffregen, Hans-Herbert, Dr. Dipl.-Phys.
Patentanwalt,
Friedrich-Ebert-Anlage 11b
63450 Hanau (DE)

- **BOER DE H ET AL: "NATURHARTE
BAINITISCHE SCHIENEN MIT HOHER
ZUGFESTIGKEIT" STAHL UND EISEN, Bd. 115,
Nr. 2, 16. Februar 1995, Seiten 93-98, 138,
XP000496383**
- **CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 129, no. 2, 13. Juli
1998 Columbus, Ohio, US; abstract no. 18282,
KERN ET AL: "The development of bainitic
steels for special railway system requirements"
XP002088742 & MECH. WORK. STEEL
PROCESS. CONF. PROC., Bd. 35, 1997, Seiten
1015-1021,**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 003 920 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines hochfesten Gleisteils aus Stahl, insbesondere Weichenteils wie Herzstück, Zungen- oder Flügelschiene. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Weichenbauteil, das aus Stahl hergestellt ist.

[0002] Durch die Geschwindigkeitszunahme von Zügen bedingt nehmen die Anforderungen an den Gleisoberbau zu. Dabei sollen insbesondere Schienen und Weichen einen hohen Widerstand gegen Verschleiß, Verquetschungen und Ermüdungsschäden aufweisen. Auch soll eine Bruchsicherheit und eine Eignung zum Schweißen gegeben sein. Diese Forderungen haben den Einsatz von Schienen mit Mindestzugfestigkeiten von 1100 N/mm² begründet.

[0003] Aus der EP 0 620 865 B1 ist ein Gleisteil bzw. ein Verfahren zur Herstellung eines solchen bekannt, bei dem ein vakuumbehandelter Stahl mit 0,53 bis 0,52 % C, 0,1 bis 0,25 % Si, 0,65 bis 1,1 % Mn, 0,8 bis 1,3 % Cr, 0,05 bis 0,11 % Mo, 0,05 % bis 0,11 % V, ≤ 0,02 % P, wahlweise bis 0,025 % Al, wahlweise bis 0,5 % Nb, Rest Eisen sowie üblichen erschmelzungsbedingten Verunreinigungen verwendet wird, wobei das Verhältnis von Mn : Cr in etwa $0,80 < \text{Mn} : \text{Cr} < 0,85$ und das Verhältnis von Mo : V in etwa 1 beträgt und wobei das Gleisteil in Form eines Weichenabschnitts ein gewalzter Schienenabschnitt als Ausgangsmaterial ist, der durch Vergütung ein martensitisches Gefüge zumindest im Schienenkopf aufweist. Hierdurch ergeben sich im Schienenkopf Festigkeiten über 1500 N/mm².

[0004] Aus der Literaturstelle DE-Z: "Stahl und Eisen 115 (1995), No. 2", Seiten 93 - 98, wird ein Verfahren zur Herstellung einer naturharten bainitischen Schiene mit hoher Zugfestigkeit beschrieben. Dabei wird ein naturharter Stahl einer Wärmebehandlung derart unterzogen, dass zunächst eine Erwärmung auf über 750 °C erfolgt, um anschließend durch eine Luftabkühlung bis unterhalb von ca. 450 °C ein gewünschtes bainitisches Gefüge auszubilden. Sodann kann ein Anlassen über einen Zeitraum von einer Stunde bei etwa 550 °C erfolgen, um schließlich die Schiene auf Raumtemperatur abzukühlen. Mit dem entsprechenden Verfahren können Schienenstellen einer Zugfestigkeit über 1400 N/mm² erzielt werden.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Gleisteils der eingangs genannten Art bzw. ein Weichenbauteil selbst derart weiterzubilden, dass sich eine hohe Festigkeit und Streckgrenze bei Erhöhung der Lebensdauer ergibt, so dass insbesondere ein Einsatz in hochbeanspruchten Weichen erfolgen kann. Verfahrensmäßig wird das Problem dadurch gelöst, dass Stahl einer chemischen Richtanalyse mit 0,3 bis 0,6 % C, 0,8 bis 1,5 % Si, 0,7 bis 1,0 % Mn, 0,9 bis 1,4 % Cr, 0,6 bis 1,0 % Mo, Rest Eisen sowie üblichen verschmelzungsbedingten Verunreinigungen nach einer Abkühlung aus der Walzwärme und Ausbildung eines bainitischen Grund-

gefüges einer Zugfestigkeit von ungefähr 1100 N/mm² zunächst einer Vorbehandlungsstufe unterzogen wird, indem der Stahl mit der bainitischen Grundstruktur auf eine Temperatur T_4 mit $400\text{ °C} < T_4 < 550\text{ °C}$ erwärmt und sodann gesteuert derart abgekühlt wird, dass der Stahl nach der Vorbehandlung eine Zugfestigkeit von zumindest 1200 N/mm² aufweist, sodann auf eine Temperatur T_1 mit $750\text{ °C} < T_1 < 920\text{ °C}$ angewärmt, anschließend auf eine Temperatur T_2 mit $450\text{ °C} < T_2 < 250\text{ °C}$ in einem Polymer-Wassergemisch, in einer Salzschnmelze oder in einem Pulver beschleunigt abgekühlt, erneut auf eine Temperatur $T_3 > T_2$ mit $400\text{ °C} < T_3 < 560\text{ °C}$ erwärmt und bei der Temperatur T_3 über eine Zeit t_1 mit $60\text{ min} < t_1 < 150\text{ min}$ gehalten und anschließend auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

[0006] Besonders gute Ergebnisse lassen sich dann erzielen, wenn der Stahl nach Erreichen der Temperatur T_1 in seinem Kern über einen Zeitraum t_2 mit $10\text{ min} < t_2 < 30\text{ min}$, insbesondere t_2 in etwa 20 min gehalten wird.

[0007] Insbesondere ist vorgesehen, dass der Stahl nach einer gezielten Abkühlung aus der Walzwärme und Ausbildung des bainitischen Grundgefüges einer Zugfestigkeit von ungefähr 1100 N/mm² auf eine Temperatur T_1 von insbesondere in etwa 860 °C angewärmt wird, um anschließend den Stahl beschleunigt auf die Temperatur T_2 abzukühlen und einem Kühlmedium auszusetzen, so dass der Stahl in seinem Kern auf die Temperatur T_2 abgekühlt ist.

[0008] Des Weiteren ist vorgesehen, dass der Stahl mit bainitischem Grundgefüge mit üblichen Schienenstählen wie 900 A und S 1100 durch Abbrennstumpfschweißen verbunden werden kann, wobei die verbundenen, Gleisteile nachfolgend einer gemeinsamen Wärmebehandlung unterzogen werden können.

[0009] Erfindungsgemäß erfolgt eine Volumenvergütung eines Stahl bainitischer Grundstruktur, wobei sich durch gezielte Wärmebehandlung Zugfestigkeiten bis ohne Weiteres 1700 N/mm², Streckgrenzen (technische Streckgrenzen mit 0,2 % bleibender Dehnung) bis 1400 N/mm², Bruchdehnung A_5 (%) von mehr als 10 und Einschnürungen von mehr als 25 % ergeben.

[0010] Ein Weichenbauteil aus Stahl, hergestellt nach zuvor geschildertem Verfahren, zeichnet sich dadurch aus, dass das Gleisteil aus Stahl einer chemischen Richtanalyse mit 0,3 bis 0,6 % C, 0,8 bis 1,5 % Si, 0,7 bis 1,0 % Mn, 0,9 bis 1,4 % Cr, 0,6 bis 1,0 % Mo, Rest Eisen sowie üblichen verschmelzungsbedingten Verunreinigungen hergestellt ist, ein bainitisches Grundgefüge, eine Zugfestigkeit von mehr als 1600 N/mm² und einer technischen Streckgrenze von mehr als 1250 N/mm² eine Bruchdehnung $> 10\%$ und eine Einschnürung $> 25\%$ aufweist.

[0011] Insbesondere weist der Stahl eine chemische Richtanalyse von 0,4 bis 0,5 % C, in etwa 1 % Si, in etwa 0,8 % Mn, in etwa 1,0 % Cr und 0,6 bis 1,0 % Mo auf, wobei die Festigkeit bis 1700 N/mm² und die Streckgrenze bis 1400 N/mm² beträgt. Dabei ist der Stahl der-

art wärmebehandelt, dass die Bruchdehnung > 10 % und die Einschnürung > 25 % beträgt.

[0012] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen - für sich und/oder in Kombination -, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

[0013] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Beispiels näher erläutert.

[0014] Ein Stahl mit einer chemischen Richtanalyse von 0,45 % C, 1 % Si, 0,8 % Mn, 1 % Cr, 0,8 % Mo, Rest Eisen sowie üblichen verschmelzungsbedingten Verunreinigungen wird durch Walzen zu einem Gleisteil geformt, um durch gezieltes Abkühlen aus der Walzwärme ein Gefüge mit bainitischer Grundstruktur und einer Festigkeit von in etwa 1100 N/mm² zu erzielen. Sodann wird das auf Raumtemperatur abgekühlte Weichenbauteil in einem Wärmebehandlungssofen auf eine Temperatur von in etwa 500 °C erwärmt, um durch anschließendes erneutes gesteuertes Abkühlen eine Festigkeit von 1300 bis 1400 N/mm² zu erreichen. Sodann wird das Weichenbauteil auf ca. 860 °C angewärmt. Nach Erreichen dieser Temperatur im Kern des Weichenbauteils erfolgt eine beschleunigte Abkühlung in einem Polymer-Wassergemisch auf in etwa 350 °C. Nach Erreichen dieser Temperatur im Kern des Weichenbauteils erfolgt wiederum ein Erwärmen auf in etwa 450 °C, wobei das Weichenbauteil bei dieser Temperatur über einen Zeitraum von in etwa 2 h gehalten wird. Durch diese Wärmebehandlung ergibt sich ein feinnadliges bainitisches Gefüge mit nachfolgenden Eigenschaften:

Zugfestigkeit	ca. 1680 N/mm ² ,
technische Streckgrenze	ca. 1350 N/mm ² ,
Bruchdehnung	> 10 %,
Einschnürung	> 25 %.

[0015] Ein entsprechendes Weichenbauteil ist sodann mit einer Schiene der Güte UIC 900 A bzw. UIC S 1100 durch Abbrennstumpfschweißen verbunden und in einem Gleis eingebaut worden. Regelmäßige Überprüfungen ergaben eine hohe Verschleißfestigkeit, die im Vergleich zu üblichen Weichenbauteilen eine Erhöhung der Standfestigkeit von in etwa 50 % zeigten.

[0016] Zu erwähnen ist, dass es sich bei dem erneuten Anwärmen auf ca. 860 °C und der sodann beschriebenen Verfahrensschritte um bevorzugte Maßnahmen handelt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines hochfesten Gleisteils aus Stahl, insbesondere eines Weichenbauteils wie Herzstück, Zungen- oder Flügelschiene, **dadurch gekennzeichnet,**

dass Stahl einer chemischen Richtanalyse mit 0,3 bis 0,6 % C, 0,8 bis 1,5 % Si, 0,7 bis 1,0 % Mn, 0,9 bis 1,4 % Cr, 0,6 bis 1,0 % Mo, Rest Eisen sowie üblichen verschmelzungsbedingten Verunreinigungen nach einer Abkühlung aus der Walzwärme und Ausbildung eines bainitischen Grundgefüges einer Zugfestigkeit von ungefähr 1100 N/mm² zunächst einer Vorbehandlungsstufe unterzogen wird, indem der Stahl mit der bainitischen Grundstruktur auf eine Temperatur T_4 mit $400\text{ °C} < T_4 < 550\text{ °C}$ erwärmt und sodann gesteuert derart abgekühlt wird, dass der Stahl nach der Vorbehandlung eine Zugfestigkeit von zumindest 1200 N/mm² aufweist, sodann auf eine Temperatur T_1 mit $750\text{ °C} < T_1 < 920\text{ °C}$ angewärmt, anschließend auf eine Temperatur T_2 mit $450\text{ °C} < T_2 < 250\text{ °C}$ in einem Polymer-Wassergemisch, in einer Salzschnmelze oder in einem Pulver beschleunigt abgekühlt, erneut auf eine Temperatur T_3 mit $400\text{ °C} < T_3 < 560\text{ °C}$ erwärmt und bei der Temperatur T_3 über eine Zeit t_1 mit $60\text{ min} < t_1 < 150\text{ min}$ gehalten und anschließend auf Raumtemperatur abgekühlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Stahl mit bainitischer Grundstruktur von der Temperatur T_1 auf die Temperatur T_2 vorzugsweise in einem Aluminium-Sumpf abgekühlt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Stahl nach Erreichen der Temperatur T_1 in seinem Kern über einem Zeitraum t_2 mit $10\text{ min} < t_2 < 30\text{ min}$, insbesondere t_2 in etwa 20 min gehalten wird.

4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Stahl auf eine Temperatur T_1 von insbesondere in etwa 860 °C angewärmt wird, dass anschließend der Stahl beschleunigt auf die Temperatur T_2 abgekühlt und einem Kühlmedium derart ausgesetzt wird, dass der Stahl in seinem Kern auf die Temperatur T_2 abgekühlt ist.

5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

dass der Stahl in der Vorbehandlungsnife ge-

steuert derart abgekühlt wird, dass der Stahl nach der Vorbehandlung eine Zugfestigkeit zwischen 1300 N/mm² und 1400 N/mm² aufweist.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Stahl mit bainitischem Grundgefüge mit üblichen Schienenstählen wie 900 A und S 1100 durch Abtrennstumpfschweißen verbunden wird, wobei die verbundenen Gleisteile nachfolgend einer gemeinsamen Wärmebehandlung unterzogen werden.

7. Weichenbauteil aus Stahl hergestellt nach einem Verfahren nach zumindest Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Gleisteil aus Stahl einer chemischen Richtanalyse mit 0,3 bis 0,6 % C, 0,8 bis 1,5 % Si, 0,7 bis 1,0 % Mn, 0,9 bis 1,4 % Cr, 0,6 bis 1,0 % Mo, Rest Eisen sowie üblichen verschmelzungsbedingten Verunreinigungen hergestellt ist, ein bainitisches Grundgefüge, eine Zugfestigkeit von mehr als 1600 N/mm² und einer technische Streckgrenze von mehr als 1250 N/mm² eine Bruchdehnung > 10 % und eine Einschnürung > 25 % aufweist.

8. Weichenbauteil nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Gleisteil aus Stahl einer chemischen Richtanalyse von 0,4 bis 0,5 % C, in etwa 1 % Si, in etwa 0,8 % Mn, in etwa 1,0 % Cr und 0,6 bis 1,0 % Mo, Rest Eisen sowie üblichen verschmelzungsbedingten Verunreinigungen hergestellt ist sowie eine Zugfestigkeit bis 1700 N/mm² und eine technische Streckgrenze bis 1400 N/mm² aufweist.

Claims

1. A process for manufacture of a high-strength track section of steel, in particular of a switch section such as a frog, tongue rail or wing rail,
wherein

steel with a chemical orientation analysis of 0.3 to 0.6 % C, 0.8 to 1.5 % Si, 0.7 to 1.0 % Mn, 0.9 to 1.4 % Cr, 0.6 to 1.0 % Mo, remainder iron and usual smelting-related impurities, is after cooling from the rolling heat and formation of a bainitic basic structure with a tensile strength of approx. 1100 N/mm², first subjected to a pre-

treatment stage in that the steel with the bainitic basic structure is heated to a temperature T_4 of $400^\circ\text{C} < T_4 < 550^\circ\text{C}$ and then cooled in controlled form in such a way that the steel has after the pretreatment a tensile strength of at least 1200 N/mm², then heated to a temperature T_1 with $750^\circ\text{C} < T_1 < 920^\circ\text{C}$, then cooled in accelerated form to a temperature T_2 with $450^\circ\text{C} < T_2 < 250^\circ\text{C}$ in a polymer/water mixture, in molten salt or in a powder, then heated up again to a temperature $T_3 > T_2$ with $400^\circ\text{C} < T_3 < 560^\circ\text{C}$, kept at the temperature T_3 for a time t_1 of 60 mins. $< t_1 < 150$ mins., and then cooled to room temperature.

2. Process according to Claim 1,
wherein

the steel with bainitic basic structure can be cooled from the temperature T_1 to the temperature T_2 preferably in an aluminum sump.

3. Process according to Claim 1 or Claim 2,
wherein

the steel after reaching the temperature T_1 at its core is kept there over a period t_2 with 10 mins. $< t_2 < 30$ mins., in particular t_2 in approx. 20 mins.

4. Process according to at least one of the preceding claims,
wherein

the steel is heated to a temperature T_1 of in particular around 860°C , and wherein the steel is then cooled in accelerated form to the temperature T_2 and subjected to a cooling medium such that the steel is cooled at its core to the temperature T_2 .

5. Process according to at least one of the preceding claims,
wherein

the steel is cooled in controlled form in the pretreatment stage in such a way that the steel has after the pretreatment a tensile strength of between 1300 N/mm² and 1400 N/mm².

6. Process according to at least one of the preceding claims,
wherein

the steel with bainitic basic structure is connected to standard rail steels such as 900 A and S 1100 by flash-butt welding, with the joined track sections then being subjected to a joint heat

treatment.

7. Switch section of steel manufactured according to a process according to at least Claim 1, wherein

the track section is made of steel with a chemical orientation analysis of 0,3 to 0,6 % C, 0,8 to 1,5 % Si, 0,7 to 1,0 % Mn, 0,9 to 1,4 % Cr, 0,6 to 1,0 % Mo, remainder iron and usual smelting-related impurities, and has a bainitic basic structure, a tensile strength of more than 1600 N/mm², a technical yield strength of more than 1250 N/mm², a breaking elongation > 10% and a constriction > 25%.

8. Switch section according to Claim 6, wherein

the track section is manufactured from steel with a chemical orientation analysis of 0,4 to 0,5 % C, around 1 % Si, around 0,8 % Mn, around 1,0 % Cr, and 0,6 to 1,0 % Mo, remainder iron and usual smelting-related impurities, and has a tensile strength of up to 1700 N/mm² and a technical yield strength of up to 1400 N/mm².

Revendications

1. Procédé de fabrication d'un élément de voie très résistant en acier notamment d'un élément de voie tel le qu'une pointe d'aiguille, une patte de lièvre ou un coeur de croisement, caractérisé en ce que

l'acier présente selon une analyse chimique, entre 0,3 à 0,6 % C, 0,8 à 1,5 % Si, 0,7 à 1,0 % Mn, 0,9 à 1,4 % Cr, 0,6 à 1,0 % Mo, le reste étant du fer et les impuretés habituelles liées à la fusion, et après refroidissement à partir de la température de laminage et réalisation d'un réseau de base bainitique, une résistance en traction d'environ 1100 N/mm², on le soumet tout d'abord à une étape de traitement préalable en chauffant l'acier à structure de base bainitique, à une température T_4 telle que $400^{\circ}\text{C} < T_4 < 550^{\circ}\text{C}$, puis on refroidit de manière commandée pour qu'après le traitement préalable, l'acier présente une résistance à la traction d'au moins 1200 N/mm², puis à une température T_1 telle que $750^{\circ}\text{C} < T_1 < 920^{\circ}\text{C}$ et ensuite à une température T_2 telle que $450^{\circ}\text{C} < T_2 < 250^{\circ}\text{C}$ dans un mélange d'eau et de polymère, dans un bain de sels ou dans une poudre pour accélérer le refroidissement et, on chauffe de nouveau à une température $T_3 >$

T_2 telle que $400^{\circ}\text{C} < T_3 < 560^{\circ}\text{C}$ et on maintient à la température T_3 pendant un temps t_1 tel que (60 minutes) $< t_1 < (150 \text{ minutes})$ et ensuite on refroidit à la température ambiante.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'

on refroidit l'acier à structure de base bainitique de la température T_1 à la température T_2 , de préférence dans un puits d'aluminium.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'

après avoir atteint la température T_1 à coeur, on maintient l'acier pendant une durée t_2 telle que (10 minutes) $< t_2 < (30 \text{ minutes})$ notamment t_2 égal à environ 20 minutes à cette température.

4. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'

on chauffe l'acier à une température T_1 notamment de l'ordre de 860°C , puis on refroidit l'acier de manière rapide à la température T_2 et on l'expose à un fluide de refroidissement de façon à refroidir le coeur de l'acier à la température T_2 .

5. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'

on refroidit l'acier de manière commandée dans l'étape de prétraitement pour que l'acier après le prétraitement présente une résistance à la traction comprise entre 1300 N/mm² et 1400 N/mm².

6. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'

on relie l'acier à réseau de base bainitique avec des aciers de rail, usuels tels que 900 A et S 1100, par soudage par étincelage et les éléments de voie ainsi reliés sont ensuite soumis à un traitement thermique commun.

7. Élément de voie en acier fabriqué selon le procédé au moins selon la revendication 1, caractérisé en ce que

l'élément de voie est réalisé en acier ayant une composition selon une analyse chimique cor-

respondant à 0,3-0,6 % C, 0,8-1,5 % Si, 0,7-1,0 % Mn, 0,9-1,4 % Cr, 0,6-1,0 % Mo et le reste du fer ainsi que les impuretés habituelles liées à la fusion, un réseau bainitique, une résistance à la traction supérieure à 1600 N/mm² et une limite d'allongement technique supérieure à 1250 N/mm² et un allongement à la rupture supérieur à 10 % et une striction supérieure à 25 %.

5

10

8. Élément de voie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'

il est en acier ayant une composition obtenue par analyse chimique de 0,4-0,5 % C, environ 1 % Si, environ 0,8 % Mn, environ 1,0 Cr et de 0,6 et 1,0 % Mo et le reste est du fer ainsi que les usuelles impuretés liées à la fusion, et l'acier présente une résistance à la traction allant jusqu'à 1700 N/mm² et une limite d'allongement technique allant jusqu'à 1400 N/mm².

15

20

25

30

35

40

45

50

55