



Organización y
Digitalización CSA Ltda

Industria y Comercio

SUPERINTENDENCIA

PCT

Delegatura de Propiedad Industrial
División de Nuevas Creaciones



SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

10-79356

21. **EXPEDIENTE No.**

54. **TÍTULO**

EJE A PARTIR DE UN TUBO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE FERROCARRIL
Y UN PROCESO PARA LA FABRICACION DE UN EJE A PARTIR DE UN TUBO DE
ACERO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE FERROCARRIL

51. **CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL**

71. **SOLICITANTE**

V & M DO BRASIL S/A

DOMICILIO

BELO HORIZONTE-MG, BRASIL

74. **APODERADO**

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

C.C. 35.456.344 de Usaquén

22. **BOGOTÁ, D.C.,**

**Industria y Comercio**

SUPERINTENDENCIA

PCT

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-079356-00000-0000

Fecha: 2010-06-30 16:37:11 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 98**FORMULARIO UNICO DE SOLICITUD DE PATENTE
PCT
ENTRADA EN FASE NACIONAL****SOLICITUD DE:**

1

☒ Patente de Invención.☐ Patente de Modelo de Utilidad.☒ Capítulo I.☐ Capítulo II.

2

**SOLICITANTE
(71)**Nombre: **V & M DO BRASIL S/A**
Sociedad constituida y existente bajo las
leyes de Brasil.Dirección: Avenida Olinto Meireles n° 65,
Barreiro,
30640-010 Belo Horizonte-MG,
BrasilDomicilio: Belo Horizonte-MG,
Brasil**IDENTIFICACIÓN**

C.C.

☐

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número

3

**REPRESENTANTE
O APODERADO**Nombre: **LUZ CLEMENCIA DE PAEZ**

Dirección: Carrera 4ª. No. 72-35

Teléfono: 347 36 11

Fax: 211 86 50

E-mail: clientes@cavelier.com

Domicilio: Bogotá, Colombia.

IDENTIFICACIÓN

C.C.

☒

NIT

☐

C.E.

☐

Otro

☐

Cual

Número 35.456.344T.P 23.555

4

**INVENTOR (ES)
(72)****1. Ronaldo FARIA ANTUNES**Rua Amarantina 20 - B. Betania,
30580-280 Belo Horizonte-MG,
Brasil**2. Jose Antonio FILHO**Rua Aristóteles Caldeira 167, apto. 303,
Bairro Barroca,
31410-170 Belo Horizonte-MG,
Brasil

5

PCT (86)Solicitud Internacional No. PCT/BR2008/000362Fecha: 1 de diciembre de 2008Publicación Internacional No. WO 2009/067773 A1Fecha: 4 de junio de 2009

6

Título (54)**EJE A PARTIR DE UN TUBO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE FERROCARRIL,
Y UN PROCESO PARA LA FABRICACION DE UN EJE A PARTIR DE UN TUBO DE
ACERO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE FERROCARRIL**

7

Clasificación Internacional (51) C21D 009/028

8

Prioridad

(33) País de Origen

(32) Fecha

(31) Número de Solicitud

SI ☒ NO ☐BR30 de noviembre de 2007PI0704944-7

9

Comprobante de pago No.: 10-52,193Fecha: 28 de junio de 2010Comprobante de pago No.: 10-52,197Fecha: 28 de junio de 2010

10

Anexos:

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud por \$ 554.000.00.
- ☒ Comprobante de pago por 26 reivindicaciones adicionales después de la décima reivindicación por \$676.000.00.
- ☐ Documento que acredita la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones.
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☒ Arte final 12x12
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☒ Otros: VER HOJA DE DOCUMENTOS ANEXOS

11

FIGURA CARACTERÍSTICA

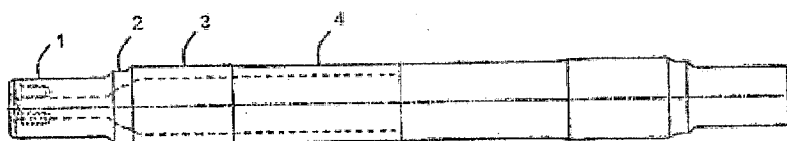


Fig. 1

12

Solicito la concesión de la patente,

NOMBRE:

LUZ CLEMENCIA DE PAEZ

FIRMA :

Luz Clemencia de Paez

C.C. 35.456.344 de Usaquén T.P. 23.555

SCT

4

DOCUMENTOS ANEXOS

1. ☒ Publicación Internacional WO 2009/067773 A1

Descripción:

Páginas 25 en el idioma original

Páginas 39 en español

Reivindicaciones: Número (s) 36

Figuras: Número (s) 11

2. ☒ Forma PCT/ISA/210. Informe de Búsqueda Internacional.

3. ☒ Forma PCT/IB/306. Notificación de la adición del inventor JOSE ANTONIO FILHO

4. ☒ Extracto de publicación.

**NO SE REALIZARON MODIFICACIONES EN LA
FASE INTERNACIONAL**

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
4 June 2009 (04.06.2009)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2009/067773 A1

(51) International Patent Classification:

C21D 9/28 (2006.01) C22C 38/04 (2006.01)
C21D 8/10 (2006.01) B60B 35/08 (2006.01)
C21D 1/02 (2006.01) B21J 5/06 (2006.01)
C21D 8/04 (2006.01) B21K 1/06 (2006.01)
C21D 11/00 (2006.01) C21D 1/28 (2006.01)

(74) Agent: **DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA MOREIRA**; Caixa Postal 2142, Rua Marquês de Olinda, 70, 22251-040 Rio de Janeiro - RJ (BR).

(21) International Application Number:

PCT/BR2008/000362

(22) International Filing Date:

1 December 2008 (01.12.2008)

(25) Filing Language:

English

(26) Publication Language:

English

(30) Priority Data:

PI0704944-7 30 November 2007 (30.11.2007) BR

(71) Applicant (for all designated States except US): **V & M DO BRASIL S/A** [BR/BR]; Avenida Olinto Meireles, nº65, Barreiro, 30640-010 Belo Horizonte - MG (BR).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): **FARIA ANTUNES, Ronaldo** [BR/BR]; Rua Amarantina, 20 - B. Betania, 30580-280 Belo Horizonte - MG (BR).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report

(54) Title: **AN AXLE FROM A SEAMLESS TUBE FOR RAILROAD VEHICLES, AND A PROCESS FOR MANUFACTURING AN AXLE FROM A SEAMLESS STEEL TUBE FOR RAILROAD VEHICLES**

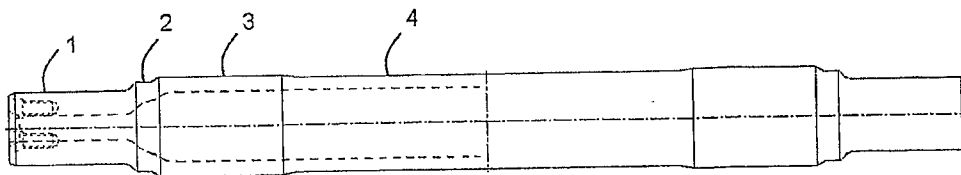


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to an axle forged from seamless tubes, with a chemical composition suitable to guarantee high fatigue strength, improved yield strength and tensile strength, and having reduced weight for use on railroad vehicles. The present invention further relates to a process of manufacturing the axle forged from seamless steel tube with high fatigue strength, improved yield strength and tensile strength, and having reduced weight for use on railroad vehicles, which is produced from pig iron or scrap, casting, reheating furnace, perforation of billets, elongation of perforated billets, hollow finishing, forging and finish machining, which includes a supporting and centering chamfer at the inner edge of the inspection bore of the end and smooth recess in the entrance of the threaded bores.

WO 2009/067773 A1

Specification of the Patent Application for: **"AN AXLE FROM A SEAMLESS TUBE FOR RAILROAD VEHICLES, AND A PROCESS FOR MANUFACTURING AN AXLE FROM A SEAMLESS STEEL TUBE FOR RAILROAD VEHICLES"**.

5 The present invention relates to axles for railroad vehicles, which are forged from seamless tubes, to reduce the weight, the chemical composition and manufacturing process of which are specially designed to guarantee high mechanical strength and fatigue strength. The invention also relates to a process of manufacturing this tubular axle.

10 Description of the prior art

 At present, the consumption of fuel and the emission of pollutants in railroad transportation are great concerns of the railroad sector, due to their implications in the operation cost and in the environment. The railroad-vehicle tare is one of the main factors that influence these parameters. In
15 this aspect, one should note that the axles of the railroad vehicles can bear 10% of the tare and are predominantly massive.

 Besides, as a result of the increase in the use of railroads as a transportation system, the present trend is that the load and the weight transported by the railroads increase significantly, which consequently causes an increase in the strain applied onto the railroad axles, thus requiring
20 greater strength of the material and adaptation in the design of these axles, so that they will have good durability.

 The search for technologies to reduce the weight through the concept of tubular axle in the railroad sector already exists since the 19th century, as shown in US Pat. 44,434, entitles "Improvement in Car Axles", of B.
25 J. La Mothe, of 1864. This patent proposes that the axle should be composed of various tubes of different diameters engaged and fitted by mechanical interference.

 Stewart, George W., author of Patent US 293,201, intitled "Car
30 Axle", in 1884, claimed the invention of a tubular axle with uniform section, the journals of which for the friction bearings were massive bushings partly introduced with interference into the axle as far as the wheel region.

Pekham, E., author of patent US 352,657, entitled "car Axle", in 1886, refers to a similar proposal, pointing out, as an improvement, the application of a tubular internal reinforcement at the axle spindle, which may be shaped later to form the seat of the friction bearing, which was the type of bearing used at that time.

Ernest Kreissig, author of British patent GB 360,521, granted in 1931, entitled "Improvements in (...) Hollow Shafts", does not refer specifically to the axle or its manufacture, but to a bar (or tube) previously subjected and kept under tensile stress inside hollow shafts to subject them to compression stresses, proportionally compensating for the tensile stresses resulting from the axle bending under normal operation conditions.

Oelkers, Alfred H., author of patent US 1,902,910, entitled "Anti-friction Wheel and Axle Construction", 1933, proposed variations of axles and wheel by combining concentric tubes, massive spindles and bearings, allowing, in one of the combinations, the axle to be static and that only the wheel turned, unlike the classic situation of axle and wheels turning together.

Urshel, B. H., author of patent US 2,512,186, in 1950, entitled "Vehicle Axle", refers to a proposal of a tubing composition and cites other variations, like an axle with an annular chamber formed by the axle and an internal tube, filled with liquid, the function of which would be the heat transfer from the axle to the environment.

Blackwood, W., author of patent US 2,747,918, entitled "Railroad Vehicle Axles", granted in 1956, proposed the combination of a conventional massive axle within a tubular axle, the space of which would be filled with units of a resilient material, such a rubber. In this case, the objective was to attenuate shocks and distribute loads uniformly, thus preventing fatigue problems.

Adrianne, J. L. C, author of Swiss patent CH 376,955, entitled "Procédé pour la fabrication d'essieux de matériel roulant », granted in 1958, proposed more variants of tubular axles, pointing out the process of hot-rolling the ends by way of three stepped cylinders, with the desired profile of the ends.

As to the material used for manufacturing railroad axles, some manufacturers, as for instance the Brazilian and North-American ones, try to follow the standards of the technical rules of the American Association of Railroads (AAR). According to the rules of the AAR, the compositions of railroad axles should meet the following criteria, shown in Table 1 below.

Table 1: Technical rules of the AAR ("AAR Manual of Standards and Recommended Practices – Wheels and Axles – Axles, Carbon Steel, Heat-Treated – Specification M-101 – Revision 2004") for the chemical composition of railroad axles

Reference of heat treatment of the axle					
AAR – Grade F (Double Normalized and Tempered)		AAR – Grade G (Quenched and Tempered) and AAR – Grade H (Normalized, Quenched and Tempered)			
Element	Min	Max	Min	Max	Unit
C	0.45	0.59	-	-	% wt
Mn	0.60	0.90	0.60	0.90	% wt
P	-	0.045	-	0.45	% wt
S	-	0.50	-	0.50	% wt
Si	0.15	-	0.15	-	% wt

New developments relating to the railroad-axle technique followed since then, and the tubular concept is used at present on high-speed passenger cars, locomotives and freight cars.

At present, the prior art relating to railroad axles comprises, on the one hand, the use of massive axles using metal alloys that meet the AAR technical rules, these axles being produced from bars that are transformed into beam and the mechanical properties of which also meet the AAR technical rules.

On the other hand, the prior art relating to railroad axles also

comprise the use of tubular axles. These axles are produced from forged bars that are perforated by machining. These tubular axles have a weight 20% lower than those of massive axles, but the manufacturing process entails considerable raw material waste and has a high operational cost, in exchange for a little weight reduction.

There are also tubular railroad axles from the prior art, comprised of seamless tubes, which are produced by forging. These axles have a weight of about 40% lower than the massive ones.

Patent document EP044783 A1 discloses a process of manufacturing a forged axle for railroads that may be one manufactured from a tube or still a massive piece. In this process, the workpiece is heated and then simultaneously undergoes a step of upsetting the intermediate part together with a step of shaping the spindles thereof with closed matrixes. This document does not disclose thermal treatments that seek to improve the fatigue, hardness and strength properties of the tubular axle, nor does it disclose a specific composition of this axle to achieve these same properties.

Patent document EP 0052308 discloses a highly loaded forged steel workpiece, which, after being hot-forged, is subjected to quenching. This workpiece has contents from 0.05 to 0.25 % wt carbon and from 1.0 to 2.0 % wt manganese. This document does not foresee the application of this process or of this workpiece to tubular axles for railroads, nor does it identify or disclose various processing steps necessary to change this workpiece into a seamless tube. Also, one does not foresee, in this document, ranges of values of physical properties which this workpiece should exhibit, such as yield strength, tensile strength, elongation and fatigue strength.

Patent document US 4,895,700 foresees an axle for railroad vehicles that is massive and exhibits contents from 0.40 to 0.48 % wt carbon, from 1.35 to 1.61 % wt manganese, from 0.16 to 0.30 % wt silicon, from 0 to 0.23 % wt chromium. This composition is adapted to form axles ranging from 5.33cm to 6.6cm diameter, and bears about 14.7 to 19.6 tons. Therefore, the application of the axle and its much reduced dimensions are different from those of the present invention, and besides it does not have a tubular geome-

try.

Massive axles often exhibit greater strength than that necessary to bear the load to which they are subjected. This means that these axles can have a weight higher than necessary, which causes a consumption of material in producing the axle that could be prevented.

On the other hand, the tubular concept, mainly in the case of seamless tubes having smaller thicknesses than the perforated bar axles, implies, as a result, that some portions of the axle will remain subject to greater stresses and others will remain subject to greater strains than in the case of other axles (massive or perforated bars) under the same loading conditions.

Objectives of the invention

A first objective of the invention is to provide a tubular axle with lower weight, which has, at the same time, properties of fatigue strength and improved yield strength and tensile strength, which enable it to bear high stresses applied onto it.

Another objective of the invention is to provide a tubular axle and a process for making it, which provide saving of the material used to make this axle, as well as has a low production cost.

A further objective of the invention consists in providing a process for producing tubular axles that has improved quality control of the axles produced, by virtue of the modern computer aids, production methodologies and inspection techniques.

It is a further objective of the invention to provide a process for producing tubular axles that enables the statistic control over process and determined properties of the axles, in order to guarantee that the axles be suitable for different purposes and different applications.

Brief description of the invention

The objectives of the invention are achieved by means of an axle forged from a seamless steel tube for railroad vehicles, which is constituted by a material from a metallic steel alloy comprising from 0.22 to 0.42 % wt of carbon; from 1.10 to 1,70 % wt of manganese, the finished axle having the properties of: a minimum yield strength of 520 MPa, a minimum tensile s-

trenth of 750 MPa and minimum elongation of 16%.

The metal alloy material may comprise at least one of the following element contents: up to 0.020 % wt of sulfur, up to 0.020 % wt of phosphorus, from 0.10 to 0.45 % wt of aluminum, from 0.10 to 0.35 % wt of silicon, from 0.10 to 0.30 % wt of molybdenum, from 0.010 to 0.050 % wt of niobium, and from 0.05 to 0.27 % wt of vanadium.

Alternatively, the metal alloy material comprises from 0.22 to 0.32 % wt of carbon and from 1.01 to 1.40 % wt of manganese, or still from 0.32 to 0.42 % wt of carbon and from 1.40 to 1.70 % wt of manganese.

The metal alloy material alternatively comprises up to 0.010 % wt of phosphorus and up to 0.010 % wt of sulfur.

Axle samples, tested by being rotated while subjected to a bending load, must exhibit a fatigue limit of 120 MPa and preferably 170 MPa.

The objectives of the invention are also achieved by means of a process for manufacturing an forged axle from seamless steel tube for railroad vehicles, which comprises the following steps:

- melting the metal alloy material, generating the steel metal alloy;
- casting the molten material, forming ingoted products;
- reheating the ingoted products in a reheating furnace for perforation;
- perforating the ingoted products;
- elongating the perforated products, forming hollow blooms;
- finishing the hollows, changing them into seamless tubes;
- forging the seamless tubes, changing them into axles forged from seamless tubes for railroad vehicles.

The process may further comprise, after the melting step, a secondary refining step, in which one makes the adjustments in the chemical composition of the metal alloy, and metallurgical treatment with calcium-silicon, as well as, after the secondary refining step, a vacuum-degassing step.

The casting step may be carried out under electromagnetic stirring. After the casting step, the ingoted product may be subjected to an auxiliary reheating step at a temperature of 880 °C to 1300 °C for a time between

1 and 48 hours. After the auxiliary reheating step, the process may further include a rolling step.

The reheating step for perforation is preferably carried out in a reheating furnace at a temperature between 1000 °C and 1300 °C.

5 Alternatively, the process has a hollow reheating step between 820 °C and 980 °C prior to the hollow finishing step and, after finishing the hollows, the axle tube pieces, still in the form of seamless tubes, are subjected to a cooling bed.

10 Preferably, prior to the forging step, the seamless tubes are normalized, wherein the seamless tubes are kept at temperatures between 880 °C and 950 °C for at least 10 minutes of soaking time, and then the seamless tubes are subjected to air cooling.

15 Alternatively, prior to the forging step, the seamless tubes are quenched, wherein fast cooling of the axle-tube pieces is carried out by a medium selected from water and oil. The seamless tubes may further be tempered in a reheating furnace, where they are kept at temperatures between 400 °C and 700 °C for at least 10 minutes of soaking time, and then the axle tube pieces are subjected to air cooling.

20 Alternatively, prior to the forging step, the seamless tubes are hot-straightened and follow to a cooling bed. The process may also comprise, prior to the forging step, a step of inspecting the tubes by non-destructive tests of dimensions and surface discontinuities and/or a finishing step, which comprises machining over the whole inner surface of the seamless tubes. After machining, one may carry out the grinding of the inner surface of the
25 seamless tubes, or still the burnishing of the inner surface of the seamless tubes.

30 Preferably, prior to the forging step, one carries out the upsetting operation, in which the seamless tubes are heated between 800 °C and 1300 °C in the region where the thickness will be increased, and then a longitudinal compressive force is applied in the axial direction through the advance of at least one upsetting tool, whereby an upsetted seamless tube is obtained.

The forging step is hot-made and may be carried out in tempera-

13

tures in the range of 800 °C to 1300 °C by means of at least two varying-course matrices that oscillate radially, an auxiliary upsetting tool and a handler for translation and rotation of the seamless tube, which are commanded by computerized numerical control or carried out by cold and warm forging in a temperature range from room temperature to 800 °C, or by hot forging in temperatures between 800 °C and 1300 °C by at least one matrix that compresses axially and radially the tube ends, transforming it into a forged axle. If the forging is a hot one, the process further comprises a cooling step after the forging, in which the cooling is carried out in a medium selected from the following media: air, forced air, water and oil.

The process may further comprise a step of normalizing at least a part of the axle, by using a furnace for reheating at temperatures between 880 °C and 950 °C for at least 10 minutes of soaking time and cooling in air and/or a step of quenching at least a part of the axle tube, using for, austenitizing, a furnace for reheating up to temperatures between 880 °C and 950 °C for at least 10 minutes of soaking time and, for quenching, an fast cooling with water, and/or a step of tempering at least a part of the axle tube, using a furnace for reheating up to temperatures between 400 °C and 700 °C for at least 10 minutes of soaking time and air cooling.

Alternatively, the finishing step comprises at least one of the following steps: shot peening the inner surface of the tube, straightening the tube, inner machining of the inspection bores at the two ends of the tube, machining the chamfering at the edge of the inner diameter of the inspections bores of the tube, and machining at least two threaded bores and a smooth recess at each end. After the finishing step, a thermal treatment step of quenching and tempering may be applied to at least a part of the forged axle, and a final step of inspecting surface defects of the axle tube piece is carried out.

Finally, the objectives of the invention are also achieved by means of an axle with the composition and properties described herein and that is produced by a process of the type described herein.

Brief description of the figures

For a better understanding, the characteristics and advantages of the present invention will be presented and described in conjunction with their respective figures, which illustrate some preferred configurations of the invention.

Figure 1 shows a front view of a preferred embodiment of the tubular railroad axle according to the present invention.

Figure 2 shows a cross-section front view of a preferred embodiment of the tubular railroad axle according to the present invention.

Figure 3 shows a cross-section front view of a detail of the end of the tubular railroad axle according to the present invention.

Figure 4 is a left side view of the tubular railroad axle.

Figure 5 is a cross-section front view of the seamless tube and of an upsetting tool that moves axially.

Figure 6 is a cross-section front view of a seamless tube after an upsetting operation, where the thickness of the end has been increased.

Figure 7 shows a cross-section view of a seamless tube, after an upsetting operation, subjected to translation and rotation, with two open matrices that oscillate radially and have a varying course and an auxiliary axial-upsetting tool.

Figure 8 shows a cross-section front view of the seamless tube, after an upsetting operation, with a matrix that compresses one of the ends of the tube axially and radially, reducing its diameter.

Figure 9 shows a cross-section front view of a seamless tube after a forging operation at one end, either by oscillating open matrix or by half-open axial and radial compression matrix.

Figure 10 shows a cross-section front view of a seamless tube after forging operations at the two ends, either by oscillating open matrix or by half-open axial and radial compression matrix.

Figure 11 shows a flowchart of the manufacturing process of a tubular railroad axle according to the present invention, the preferred embodiment being highlighted in gray.

Detailed description of the invention

Figures 1 and 2 illustrate a preferred embodiment of the axle forged from a seamless tube for railroad vehicles according to the present invention, and the flowchart of figure 11 illustrates a preferred process of manufacturing this axle. The main sections of the tubular axle are the journal or the bearing seat 1, the dust guard 2, the wheel seat 3 and body 4. Figure 2 shows that the wall thickness of the respective sections may vary.

The end of the tubular railroad axle according to the present invention is shown in highlight in figure 3. The axle preferably has three threaded bores 5 and a recess 6 at each end, to fix the bearing covers and a chamfer 7 for support between conical tips with angle 8. The inner surface 9 of the end can be used for coupling ultrasound inspection probes for inspection of the journal 1, the dust guard 2 and, in some cases, of a part of the wheel seat 3. The inner surface 10 can be used for coupling ultrasound inspection probes for inspection of the wheel seat 3 and the body 4.

In figure 4, in which a left side view of the tubular railroad axle is represented, are shown three threaded bores 5, the recess 6, and chamfer 7 for support between conical tips.

The axles forged from seamless tubes according to the present invention are shaped as shown in the figures with a varying thickness, that is to say, with a varying distribution of material along its length, so as to provide greater robustness and fatigue strength only at the point where the axle undergoes greater loading. This shape is already known from the prior art.

However, the axle forged from a seamless tube according to the present invention has a performance superior to that of axles of the same shape known from the prior art, since it comprises a material having superior mechanical properties, which are still potentiated by means of the process of making these axles according to the present invention. The composition of the axle forged from a seamless tube according to the present invention, as well as its manufacturing process, enable one to adequately specify the properties of the material to compensate for the variations of loads which the axle is subjected to.

16

The chemical, mechanical and metallurgical properties considered in this development for adaptation of the material to the application are: chemical composition, mechanical strength (yield strength, tensile strength, fatigue limit, elongation, hardness) and microstructure (phases and constituents, grain size). Most of these properties are interrelated and associated to the specified characteristics of the processes of manufacturing hot-rolled seamless steel tubes, hot-forging and heat treatments.

On the basis of the foregoing, one has developed a chemical composition for the metallic steel alloy that composes the seamless tube axle, which comprises from 0.22 to 0.42 % wt of carbon and 1.10 to 1.70 % wt of manganese, the metallic alloy material having a minimum yield strength of 520 MPa, a minimum tensile strength of 750 MPa and minimum elongation of 16%.

The composition may further comprise low contents of molybdenum, aluminum, niobium, vanadium and other metals. For example, the metal alloy may comprise from 0.10 to 0.45 % wt of aluminum and/or from 0.10 to 0.35 % wt of silicon and/or from 0.10 to 0.30 % wt of molybdenum and/or from 0.010 to 0.050 % wt of niobium, and/or from 0.05 to 0.27 % wt of vanadium.

In an alternative embodiment of the invention, the metallic alloy comprises up to 0.020 % wt of sulfur and/or up to 0.020 % wt of phosphorus, or still preferably up to 0.010 % wt of phosphorus and/or up to 0.010 % wt of sulfur.

According to another alternative embodiment of the invention, the metal alloy of the tubular axle comprises from 0.22 to 0.32 % wt of carbon and from 1.10 to 1.40 % wt of manganese, and it may further comprise up to 0.020 % wt of phosphorus, and /or up to 0.020 % wt of sulfur, and/or from 0.10 to 0.35 % wt of silicon, and /or from 0.010 to 0.30 % wt of molybdenum, and/or from 0.10 to 0.45 % wt of aluminum, and/or from 0.010 to 0.050 % wt of niobium, and /or from 0.05 to 0.27 % wt of vanadium.

According to another embodiment of the invention, the metal alloy material of the tubular axle comprises from 0.32 to 0.42 % wt of carbon,

and from 1.40 to 1.70 % wt of manganese, and it may further comprise up to 0.020 % wt of phosphorus, and /or up to 0.020 % wt of sulfur, and/or from 0.10 to 0.35 % wt of silicon, and/or from 0.10 to 0.30 % wt of molybdenum , and/or from 0.10 to 0.45 % wt of aluminum, and/or from 0.010 to 0.050 % wt of niobium, and /or from 0.05 to 0.27 % wt of vanadium.

The raw material of the metallic steel alloy is preferably pig iron, scrap, or still a mixture of any proportion of pig iron and scrap.

Table 2 below contains the ranges of chemical elements that are contained in the chemical composition of the product according to one embodiment of the invention.

Table 2 –ranges of the chemical composition (% by weight) according to one embodiment of the invention

% wt	C	Mn	P	S	Si	Mo	Al	Nb	V
Min	0.22	1.10	-	-	0.10	0.10	0.10	0.010	0.05
Max	0.42	1.70	0.010	0.010	0.35	0.30	0.45	0.050	0.27

In designing this chemical composition, each element was carefully adjusted in accordance with the criteria described hereinafter.

Manganese, which is the substitute element in solid solution, provides increase in strength as it is added.

Interstitial elements, like carbon and nitrogen, should be reduced for the purpose of maximizing the contents of manganese in solid solution, thus improving the mechanical strength. In this sense, elements like aluminum, the main function of which is deoxidation, but also contributes to the strength, niobium and molybdenum, contribute in removing the interstitial elements from the matrix, minimizing the formation of manganese carbides. The carbon content, however, should not be very low, in order to guarantee the strength necessary to the application thereof together with the other elements, and not to impair the hardenability, since manganese also lowers the martensite-forming temperature, which, on the other hand, is partly compensated by aluminum.

Elements such as sulfur and phosphorus should be the lowest

possible, because they are associated with microinclusions and to microsegregations, factors that reduce the fatigue strength of the material. Other elements, like silicon and others already mentioned (C, Mo, Nb), contribute to increase the mechanical strength by means of various hardening mechanisms like solid solution, carbide precipitation and grain refinement.

Table 3 below comparatively illustrates the specifications of mechanical properties and grain size according to the AAR standards ("AAR Manual of Standards and Recommended Practices – Wheels and Axles – Axles, Carbon Steel, Heat-Treated – Specification M-101 – Revision 2004") for railroad axles and their respective heat treatments, as well the results of mechanical properties and grain size of one embodiment of the invention.

Table 3 – Specifications of mechanical properties and grain size according to the AAR standards ("AAR Manual of Standards and Recommended Practices – Wheels and Axles – Axles, Carbon Steel, Heat-Treated – Specification M-101 – Revision 2004") for railroad axles and their respective heat treatments, as well the results of mechanical properties and grain size of one embodiment of the invention.

Material (heat treatment)	Yield strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Grain size according to ASTM E 112
AAR – Grade F (Double normalized and tempered)	345	610	22	>5
AAR – Grade G (Quenched and tempered)	380	620	20	>5
AAR – Grade H (Normalized, quenched and tempered)	520	790	16	>5
Results of one embodiment of the invention	610	840	17	7-9

The fatigue limit of a material can be evaluated by rotating ben-

ding lab tests at room temperature, on which many samples are tested to failure to establish the stress (S) x life (N - number of cycles to failure) curve for the material. Samples are tested by being rotated while subjected to a bending load. This results in an alternating bending stress in a similar way as present on the real scale axle. If the bending load is constant, as a result, the ratio of minimum to maximum stress (R) is always -1. It is assumed that there is a minimum stress on the stress-life curve (S-N) of the material, below of which it is not observed any failure as the number of cycles increases. This stress is defined as fatigue limit of the material. Axle samples, tested by being rotated while subjected to a bending load, according to one embodiment of the invention show a fatigue limit of 120 MPa. In another embodiment of the invention a fatigue limit of 170 MPa could be obtained.

In view of the different physical properties which each of these chemical elements imparts to the steel alloy material, one can adjust the chemical composition of this material as a function of the properties which the tubular axle should have, depending on the specific application in which it will be used. Since several steps of the process of the present invention are numerically and electronically controlled, with the aid of a computer, it is possible to configure this process to obtain axles with the desired chemical composition.

With the aid of the flowchart presented in figure 11, one presents hereinafter the main steps of the preferred and alternative embodiments of the process of manufacturing the axle, which are the objective of the present invention together with the axle itself obtained this way.

Initially, the raw material of the metal alloy is molten, generating a metallic steel alloy molten material. Melting of the alloy used in this product can be carried out by using LD converter or an electric arc furnace (EAF), and as raw material, pig iron, scrap or the mixture of pig iron and scrap in any proportion. The LD converter should be equipped with submerged blowing, which enables the use of argon and/or nitrogen throughout the processing. By preference, this step is totally controlled by computer through static and dynamic models derived from their own development. The automatic measu-

20

rement of the temperature during blowing and the calculation of the alloy addition make part of this system. This routine guarantees the necessary low phosphorus and sulfur contents to the product.

Then the steel may be subjected to the secondary refinement, and adjustments are made in the chemical composition, as well as the metallurgical treatment with calcium-silicon. This secondary refinement is preferably carried out in a ladle furnace. The addition of alloys, the treatment with calcium-silicon, the argon bubbling and the collection of samples should be made in this equipment, by preference, in a totally automated manner. Through this process, one guarantees the production of steel in a narrow composition range aiming to meet the product quality. As a result of inert-gas bubbling and the use of synthetic slag, the sulfur content may achieve quite low levels. The secondary refinement in a ladle furnace also improves the micro cleanliness, that is to say, a smaller number and size of inclusions, allows a better distribution of the alloy elements and a better adjustment of the liquid steel temperature.

After the secondary refinement in a ladle furnace, the material can be degasified under vacuum for the purpose of minimizing the contents of gases like oxygen, nitrogen and hydrogen. In this equipment, it is possible to reach a pressure of 0.2 kPa (2 mbar), besides allowing argon injection even under deep vacuum. Thereby, one can easily achieve quite low hydrogen and oxygen levels.

The process further comprises a step of casting the molten material, producing an ingoted product. Casting may be either continuous or conventional.

If the continuous casting is carried out, the steel is led to a continuous casting machine, which will be preferably effected under electromagnetic stirring. In a preferred embodiment of the invention, this machine is equipped with double electromagnetic stirring coils, which provide better quality of the ingoted material with respect to the segregation of elements and central porosity, which also contributes to the fatigue strength of the material.

In case casting is carried out in a conventional way, it may be

21

necessary to transform the ingots into round-profile ingoted bars, before subjecting the material to perforation, the next production step.

The products ingoted in the form of bars, produced after the continuous or conventional casting are preferably subjected to an auxiliary reheating step at a temperature between 880 °C and 1300 °C for a time between 1 hour and 48 hours.

The bars ingoted by continuous or conventional casting are also cut into billets with adequate length before being employed in the billet perforating plants.

10 After this auxiliary reheating, the bars or billets that have not got a rounded profile yet may pass through a rolling step, to form rounded-profile bars.

Prior to the step of perforating the billets, the ingoted product and, as the case may be, also rolled, is subjected to a reheating step for perforation, in which the product is preferably heated to a temperature between 1000 and 1300 °C in an appropriate reheating furnace.

Then, the perforation may be carried out by using a hot billet piercing mill with slanted rolls, through a perforation press or a process or equipment comprised of perforating press and piercing mill.

20 After this perforation step, the elongation of the perforated billets takes place, which may be carried out through a Pilger-type mill or with Mandrels (Plug Mill) mill, or an MPM-type mill, or a PQF-type mill, or an Assel-type mill, or through an extrusion press. Alternatively, one can carry out the elongation of the perforated billet and transform it in a hollow bloom using a 25 forge, or any other suitable type of equipment available on the market.

After elongation, depending on the design of the industrial facilities, a step of reheating the hollows at temperatures between 880 and 980 °C may be necessary prior to the step of finishing the hollows, transforming them into seamless tubes.

30 This hollow finishing step may be carried out by using equipment of the finishing mill type, for example a hot calibrating mill of the Sizing Mill type, a hot reducing roller of the Reducing Mill type, or a stretching-reducing

mill, or a smoothing roller of the Reeler type mill, the latter in the case one has used a Mandrel-type mill to make the elongation of the perforated billets. After the elongation steps of hot rolling, the seamless tubes are subjected to an intermediate cooling, preferably at room temperature.

5 In a preferred embodiment of the invention, the billets are rolled via automatic rolling (Plug Mill), for tubes with an outer diameter of 168.3 and 365.1 mm (6 to 14 inches).

10 In a preferred embodiment of the invention, in automatic lamination the billet is reheated in a walking beam furnace at temperatures between 1100 and 1300 °C, or still between 1000 and 1200 °C. Then, the billet initiates a step of hot rolling, in which it is perforated on a slanted roll mill. After perforation, the perforated billet is then called a hollow bloom, which is transported to an elongation step through hot rolling, preferably by means of a mill with mandrels (Plug Mill), when a wall thickness that is quite close to the
15 specified for the end product, by controlling the cylinder openings, guide openings and mandrel position.

Then the hollow resulting from this process goes through hot rolling once more, preferably carried out with a smoothing finishing mill (Reeler Mill), which performs the inner and outer smoothing of the seamless tube
20 with expansion of the outer diameter.

The hollow is led to an intermediate cooling, reheated and subjected to a final rolling on a finishing mill.

At the end of the process of producing the seamless tubes, they are led to cooling beds and can follow different ways, according to the state
25 of the raw material required for forging: rolled, normalized or quenched and tempered, or still a combination thereof.

The seamless tubes, when they are still in the rolled state to be forged later, preferably follow to hot straightening on a rotary straightening machine with three pairs of rollers and then follow to a cooling bed. The subsequent forging may be carried out cold, warm or hot.
30

The seamless tubes that follow the normalizing course remain in the bed for cooling until complete transformation thereof before being reheated.

ted, preferably in a walking beam furnace up to a temperature ranging from 880 to 950 °C for at least 10 minutes of soaking time. Then, the tube pieces of the axle are subjected to an air cooling.

5 The seamless tubes that follow the quenching course are reheated up to a temperature ranging from 880 to 950 °C for at least 10 minutes of soaking time. Then the tube pieces of the axle are subjected to a water or oil cooling.

10 The previously rolled seamless tubes, or normalized or quenched tubes that follow the quenching course are subjected to a fast cooling, preferably made with water or oil.

The seamless tubes that follow the tempering course are heated in a reheating furnace, where they are kept at temperatures between 400 and 700 °C for at least 10 minutes of soaking time, and then they are subjected to air cooling.

15 Following the heat treatments and prior to forging, the tubes are hot-straightened, for example, on a rotary straightening machine.

After cooling and straightening, the hollows or seamless tubes are sent to non-destructive inspection testing as for dimensions and discontinuities. Each piece is measured and results are recorded with respect to wall thickness, outer diameter and length. Outer and inner, longitudinal, transverse and possibly oblique discontinuities are also analyzed. The pieces that exhibit deviations out of the tolerances are automatically marked for segregation of the segments with indication of deviation. Non-destructive inspection tests may be made by means of ultrasound with fixed-angle sonic beam, or
20 still by means of ultrasound with a varying-angle sonic beam, or by means of Eddy-currents, or still by means of magnetic particles.

25 In the next step of visual and dimensional inspection, the pieces that exhibit discontinuities or deviations out of tolerance limits are marked for segregation of the segments with the respective deviations. Then, the pieces
30 are sawn for obtaining submultiples and removal of the segments previously marked for segregation. A tracing system supervises and records the various operation parameters necessary to guarantee the product quality throughout

24

the course between reheating the billet and its final cut into submultiples.

Depending on the design specifications of the axle to meet determined applications, in order to remove possible geometric imperfections generated in the process of manufacturing the seamless tube and to improve the inner rugosity, it may also be necessary to carry out finishing on the hollows prior to forging. This finishing is preferably made by machining on a part or over the whole inner surface of the tube, and/or grinding of the inner surface of the tube, and/or burnishing the inner surface of the tube with appropriate equipment, prior to the reduction of the ends by forging. One may carry out these steps in isolation or by any combination of these finishing steps, or still all of these steps successively on the same tube.

The seamless tubes or hollows produced in hot-rolling, heat-treated or not, with inner finish or not, are then led to forging. In a preferred embodiment of the invention, illustrated in figure 7, the forging step is hot-made and may be carried out in temperatures in the range of 800 °C to 1300 °C by means of two or more open matrices 14, which oscillate radially and have varying course, an auxiliary axial-upsetting tool 15 and a handler (not shown) for translation and rotation of the seamless tube, which may be commanded by computer-aided numeric control. In this way one obtains the blank forged tube 17 as shown in figure 10, with the two ends forged, or as shown in figure 9 with only one end forged.

Alternatively, and according to figure 8, forging is carried out by one or more half-open matrices 16, which compress axially and radially at least one of the tube ends, reducing the diameter thereof and transforming it into a blank forged axle, as shown in figures 9 and 10. During this step, the axle preferably remains suspended by a support, as for instance, a claw. This support does not act on shaping the tubular axle and only serves to hold it while the matrices compress the ends thereof, to impart the desired shape to the tubular axle. This forging mode may be carried out cold, warm or hot, as deemed more appropriate. The cold-forging or warm forging is carried out in a temperature range between room temperature and 800 °C and the hot-forging is carried out in temperatures between 800 °C and 1300 °C.

25

The forging process may be carried out with another type of equipment, without the means described before, but the surface finish and the dimension tolerances may not be adequate to the product. In the cases where hot-forging is made, heating of the end of the tube piece or hollow to be forged is preferably made through an electric induction furnace, but it may be

5 forged in a combustion furnace. When the desired temperature is achieved, the hollow is positioned on a handler, which carries out the advance and rotation operations therewith, while the open forging matrices 14, also called hammers, oscillate radially at a high frequency, with varying course, as shown

10 in figure 7. The combination of these movements enable the formation of the hollow end according to the dimensional profile specified in design, as shown in figure 9. The process is repeated for the opposed end of each hollow, thus defining a blank forged axle from a seamless tube, as shown in figure 10.

Depending on the design specifications of the axle to meet determined applications, a localized thickness increase may be necessary, besides that resulting from the above-cited forging operation. In this case, prior to forging, one carries out an upsetting operation, which consists of localized heating of the seamless tube 11 in a temperature range between 800 °C and 1300 °C with an induction furnace in the region where one desires to increase the thickness, followed by application of a compressive longitudinal force through the advance of the upsetting tool 12 onto the seamless tube 11, as

15 shown in figure 5. After this step, one obtains the upsetted tube 13, as shown in figure 6.

20

If forging of the tubular axle is hot-made, then after forging, the axles are still subjected to a cooling step, which may be carried out with air, forced air, water or oil.

25

The axle beams may follow different ways, according to the delivery state required for beneficiation, for instance, forged or heat-treated, for adjustment of the microstructure and of the mechanical properties according to the specifications. The heat-treatment may be integral, that is to say, over the whole beam, or partial, located in a specific region alone, for instance, the forged ends. In the latter case, the axle body remains with the mechanical

30

properties and microstructure of the hollows.

The beams that will be beneficiated in the forged state follow directly to the machining operation. The beams that will undergo heat-treatment are led to the respective furnaces: treatment in localized regions (induction
5 furnaces or furnaces especially designed for this purpose) and treatment over the whole piece (induction furnaces, continuous or batch furnaces).

The treatment operations in both cases (partial or integral) are the same.

In the normalizing heat treatment over the whole axle or a part of
10 if, the reaustenitization is made at a temperature between 880 °C and 950 °C either over the whole the tubular axle or only a part of it. The time inside the furnace depends on the wall thickness and is defined so as to guarantee that the whole cross section will exceed the austenitization temperature. Preferably, the soaking time at the specified temperature range is at least 10 minutes.
15 tes. Cooling is made with air immediately after the heating zone.

Tempering is made over the whole tubular axle or only on a part of it, in a temperature range between 400 °C and 700°C. The furnace residence time depends on the wall thickness and is defined so as to guarantee that the whole cross section will reach the tempering temperature. Preferably, the
20 soaking time at the specified temperature range is at least 10 minutes. The cooling is made with air immediately after the heating zone.

The beams that undergo normalizing and tempering treatment in a localized region or over their whole length, are subjected to the two treatments mentioned above, in this sequence, whereas those that undergo either
25 normalizing or tempering receive only one of the respective treatments.

The beams that undergo quenching over the whole tubular axle, or only over a part thereof, after the forging, are initially subjected to a reaustenitizing heat treatment at a temperature ranging from 880 °C to 950 °C, for a period of soaking time of at least 10 minutes. After reaustenitizing, the axle
30 region subjected to the heat treatment (either partial or integral) is descaled and quenched with water or oil (quenching fluid).

After quenching, the tubular axle may also be tempered accor-

ding to the required strength level, by a tempering step, as described before, a soaking time longer than or equal to 10 minutes. Tempering may also be carried out after normalization.

In alternative embodiments of the invention, in order to benefit
5 te the tubular axle, it may be subjected to a any combination of the normalizing, quenching and tempering steps.

The microstructure for the chemical composition developed and
for the typical cooling velocities, except when quenched, is predominantly
constituted by bainite, in addition to ferrite, pearlite and possibly a minor frac-
10 tion of martensite.

For the quenched and tempered material, the foreseen micro-
structure is predominantly composed of tempered martensite and may contain
minor amounts of bainite, ferrite and pearlite, depending of the wall thick-
ness.

15 After being heat-treated, the beams are subjected to the finishing
operations.

Depending on the design specifications of the axle to meet de-
termined applications, and alternatively on the different inner machined fini-
shes applicable prior to forging, one may carry out a shot-peening onto the
20 inner surfaces 9 and 10 of the axle shown in figure 3, after forging. Besides
the removal of the oxide layer formed in the possible heat treatments, shot-
peening forms a thin surface layer of a cold-hardened material subject to re-
sidual compression stresses. This layer inhibits nucleation and propagation
of surface defects such as cracks, contributing to the fatigue strength of the
25 axle.

As finishing steps, one may also carry out the straightening of the
tubular axle, the inner machining of inspection bores at the ends of the tubu-
lar axle, the machining of a chamfer 7 at the border of the inner diameter of
the inspection bores of the tubular axle, and the machining of at least two
30 threaded and smoothly recessed bores 6, at each end. According to the pre-
sent invention, one may carry out all these finishing steps, or still a successi-
ve combination of any of these steps, depending on the shape of the axle

and on the characteristics of the inner surface of the axle which one desires to manufacture.

Straightening is made on manual or automatic equipment in order to prevent problems of lack of material in machining, eccentricity between the outer and inner diameters and the consequent unbalancing.

Material is removed by machining the whole outer surface in order to obtain the dimensions specified in design.

On the inner surface of the forged ends, one removes material by machining, according to the dimensions specified in design. This region may accommodate a cover and permits the coupling of ultrasound heads for inspection of the axle journal 1 beneath the bearing seat and the transition radius to the section of the dust guard 2 in figure 1. The inspection by the inner surface provides direct incidence (without reflection) and a short path of the sonic beam, mainly in the axle journal region, often subject to damages related to the bearing and its fittings. This facilitates the detection of discontinuities at initial stages, which would not be detected with usual methods.

In addition to these regions, other parts of the axle can be inspected from the inner surface, like the wheel seat and axle body; by simply removing the cover and introducing a probe with a reduced inspection head and appropriate coupling means (water, gel, laser, etc.).

Usually three threaded bores 5, circumferentially equidistant at each end, are required for fixation of the screws of the bearing covers, the position and the diameter of these bores being standardized.

In order to enable fixation and centralization of the axle between tips on a lathe, a chamfer 7 has been created at the edge of the inner diameter of the end, the total angle of which 10 is the same as that of the lathe support. However, it is necessary that the diameter of the counter-tip be compatible with the inner diameter of the end of the tubular axle, since this diameter is larger than that normally established in standards for the equivalent massive axle, as in the American Association of Railroads (AAR) standards.

As in some cases the inner diameter of the axle end bore is not

29

sufficient to prevent interference of the chamfer 7 with the threaded bores 5, an optional smooth recess 6 has been introduced in the beginning of each threaded bore 5. This guarantees the application of the existing standardized covers and ensures the interchangeability of these axles.

5 The finish specified in some surfaces is met in the raw or machined states, but there are regions that need to be ground, such as the transitions radius of the axle journal and of the dust guard, to attenuate the stress concentration, reduce the size and the frequency of discontinuities and to improve the fatigue strength.

10 These and other regions of the axle may be subjected to techniques that introduce compressive residual stresses such as the rouletting or shot-peening effect, since these stresses contribute to increase the fatigue strength.

15 After the steps of finishing the axle, the process according to the invention may further comprise, when necessary, a heat-treatment step, which may be carried out before a final inspection of the product. The heat treatment preferably comprises quenching and tempering of at least a part of the tubular axle, that is to say, it may be carried out, for instance, only at the machined ends of the axle or still over the whole axle.

20 The axle journal and/or wheel seat may be quenched locally with the aid of an induction furnace for heating and sprayed with water for fast cooling. This technique (already used in road axle journal) increases significantly the hardness and strength of a surface area by changing the microstructure of the steel, which becomes predominantly martensitic. These properties raise the fatigue strength and fretting strength, phenomena present in
25 these regions and generally associated with failures of railroad axles. Due to quenching, it is necessary that the quenched region be tempered.

30 The final inspection by non-destructive testing for discontinuities may be made by means of ultrasound with a fixed-angle sonic beam, or still by means of ultrasound with a varying-angle sonic beam, or by means of Eddy-currents, or still by means of magnetic particles.

 The process described herein is capable of minimizing the waste

of raw material, further reducing the manufacture costs of the tubular axle of the present invention.

The process according to the present invention is capable of producing railroad axles with a weight of approximately 40% less with respect to the solid axles. At the same time, by virtue of the advantages brought by the specific composition of the metal alloy used for manufacturing this axle, which are further potentiated by the particularities of the process of manufacturing these axles, the present invention provides a tubular axle with greater strength and fatigue strength, which presents a low weight and, as a result, optimized energetic efficiency.

The use of tools for inspecting the quality of the axle and detecting surface irregularities of the axle enables a much more precise control over the quality of the pieces produced, enabling one to reduce considerably the margin of error and of production of defective tubes, and to correct and eliminate determined defects formed on some axles along this manufacturing process. *This effect is also achieved by means of statistic computer-aided control over some steps of the process, which also imparts greater precision to the process, reducing the number of defects on the tubes and the variability of the mechanical and microstructural variability of the product.*

In view of the different alternative steps of the process according to the present invention, for instance, before forging, or in the steps of finishing the axle, it is possible to produce, by means of the process according to the present invention, axles with different physical properties, which can be more suitable for different conditions of application in railroad transportation.

Combining the advantages provided by the material used in the formation of the tubular axles with the advantages provided by the manufacturing process, the present invention is capable of achieving all the desired objectives, producing low-cost axles, which, however, have better strength and fatigue strength, and with low waste of material.

CLAIMS

1. An axle forged from a seamless steel tube for railroad vehicles, characterized by comprising a metallic steel alloy material consisting of 0.22 to 0.42% by weight of carbon; 1.10 to 1.70% by weight of manganese, wherein the finished axle has the properties of: a minimum yield strength of 520 MPa, a minimum tensile strength of 750 MPa and a minimum elongation of 16%.

2. Axle according to claim 1, characterized in that the metallic alloy material comprises at least one of the following elements: up to 0.020% by weight of sulfur, up to 0.020% by weight of phosphorus, from 0.10 to 0.45% by weight of aluminum, from 0.10 to 0.35% by weight of silicon, from 0.10 to 0.30% by weight of molybdenum, from 0.010 to 0.050% by weight of niobium, and from 0.05 to 0.27% by weight of vanadium.

3. Axle according to claim 1 or 2, characterized in that the metal alloy material comprises from 0.022 to 0.32% by weight of carbon and from 1.10 to 1.40% by weight of manganese.

4. Axle according to claim 1 or 2, characterized in that the metal alloy material comprises from 0.32 to 0.42% by weight of carbon and from 1.40 to 1.70% by weight of manganese.

5. Axle according to any one of claims 1 to 4, characterized in that the metal alloy material comprises up to 0.010% by weight of phosphorus.

6. Axle according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the metal alloy material comprises up to 0.010% by weight of sulfur.

7. Axle according to any one of claims 1 to 6, characterized by exhibiting a minimum fatigue limit of 120 MPa.

8. Axle according to any one of claims 1 to 6, characterized by exhibiting a minimum fatigue limit of 170 MPa.

9. A process for manufacturing an axle forged from seamless steel tube for railroad vehicles, characterized by comprising the following steps:

- melting a metal alloy material, generating the metallic steel alloy

material;

- casting the molten material, forming ingoted products;
- reheating for perforation of the ingoted products in a reheating

furnace;

5

- perforating the ingoted products;
- elongating the perforated products, forming hollow blooms;
- finishing the hollows, transforming them into seamless tubes;
- forging the seamless tubes, transforming them into axles forged

from seamless tube for railroad vehicles.

10

10. Process according to claim 9, characterized by comprising, after the melting step, a secondary-refinement step in a pot furnace, in which adjustments are made in the chemical composition of the metal alloy and metallurgical treatment with calcium-silicon is carried out.

15 11. Process according to claim 9 or 10, characterized in that it comprises, after the secondary-refinement step, a vacuum degasification step.

12. Process according to any one of claims 9 to 11, characterized in that the casting step is carried out under electromagnetic stirring.

20 13. Process according to any one of claims 9 to 12, characterized in that, after the casting step, the ingoted product is subjected to an auxiliary reheating step at a temperature of from 880 °C to 1300 °C for a time between 1 and 48 hours.

14. Process according to claim 13, characterized by comprising, after the auxiliary reheating step, a rolling step.

25 15. Process according to any one of claims 9 to 14, characterized in that the reheating step for perforation of the ingoted products is carried out in a reheating furnace at temperatures between 1000 °C and 1300°C.

30 16. Process according to any one of claims 9 to 15, characterized in that a step of reheating the hollow between 820 °C and 980 °C is carried out before the step of finishing the hollows.

17. Process according to any one of claims 9 to 16, characterized in that, after the finishing step, the seamless tubes are subjected to a

cooling bed.

18. Process according to any one of claims 9 to 17, characterized in that, prior to the forging step, the seamless tubes are normalized, wherein they are kept at temperatures between 880 °C and 950 °C for at least 10 minutes of soaking time and then they are subjected to air cooling.

19. Process according to any one of claims 9 to 17, characterized in that, prior to the forging step, the seamless tubes are quenched, wherein the seamless tubes are kept at temperatures between 880 °C and 950 °C for at least 10 minutes of soaking time, and then the tempering of the axle tubes is carried out by a medium selected from water and oil.

20. Process according to any one of claim 17 to 19, characterized in that the seamless tubes are tempered in a reheating furnace, where they are kept at temperatures between 400 °C and 700 °C for at least 10 minutes of soaking time, and then they are subjected to air cooling.

21. Process according to any one of claims 9 to 20, characterized in that, prior to the forging step, the seamless tubes are hot-straightened and follow to a cooling bed.

22. Process according to any one of claims 9 to 21, characterized by comprising, prior to the forging step, a step of inspecting the tubes by non-destructive testing for dimensions and surface discontinuities.

23. Process according to any one of claims 9 to 22, characterized by comprising, after the inspection step, a finishing step that comprises machining the whole inner surface of the seamless tubes.

24. Process according to claim 23, characterized in that, after the machining, a grinding of the inner surface of the seamless tubes is performed.

25. Process according to claim 23, characterized in that, after the machining, the burnishing of the inner surface of the seamless tubes is performed.

26. Process according to any one of claims 9 to 25, characterized in that, prior to the forging step, an upsetting step is performed, in which the seamless tubes (11) are heated between 800 °C and 1300 °C in the regi-

on where the thickness will be increased, and then a compressive longitudinal force is applied in the axial direction of the seamless tubes (11) by advancing an upsetting tool (12).

27. Process according to any one of claims 9 to 26, characterized in that the forging step is carried out in temperatures in the range of 800 °C to 1300 °C by means of at least two open matrices (14) that oscillate radially and have varying course, an auxiliary axial-upsetting tool (15) and a handler for translation and rotation of the seamless tube (13), which can be commanded by computer-aided numerical control.

28. Process according to any one of claims 9 to 26, characterized in that the forging step is carried out in a temperature range from room temperature to 1300 °C by means of a matrix (16) that compresses axially and radially at least one of the ends (13) of the tube, reducing its diameter and transforming it into a forged axle.

29. Process according to any one of claims 9 to 28, characterized in that, if the forging is hot-made, the process further comprises a cooling step after the forging, in which the cooling is carried out in a medium selected from the following media: air, forced air, water and oil.

30. Process according to any one of claims 9 to 29, characterized by comprising a step of normalizing at least a part of the axle tube, using a furnace for heating up to temperatures between 880 °C and 950 °C for at least 10 minutes of soaking time and cooling in air.

31. Process according to any one of claims 9 to 30, characterized by comprising a step of quenching at least a part of the axle tube, by using, for austenitization, a furnace for heating up to temperatures between 880 °C and 950 °C for at least 10 minutes of soaking time and, for quenching, a fast cooling in water.

32. A process according to any one of claims 9 to 31, characterized by comprising a step of tempering at least a part of the axle tube, by using a furnace for reheating up to temperatures between 400 °C and 700 °C, for at least 10 minutes of soaking time and cooling in air.

33. Process according to any one of claims 9 to 32, characteri-

zed in that the finishing step comprises at least one of the following steps: shot-peening the inner surface of the tube, straightening the tube, internally machining the inspection bores at the two ends of the tube, machining the chamfer (7) at the edge of the inner diameter of the inspection bores of the tube, and machining at least two threaded and smoothly recessed bores (6) at each end.

34. Process according to any one of claims 9 to 33, characterized by comprising, after the finishing step, a heat-treatment step of quenching and tempering, applied to at least a part of the forged axle.

10 35. Process according to any one of claims 9 to 34, characterized by comprising, after the finishing step, a non-destructive inspection step for detecting surface defects on the forged axle.

36. Axle according to any one of claims 1 to 8, characterized by being produced by a process as defined in any one of claims 9 to 35.

36

1/4

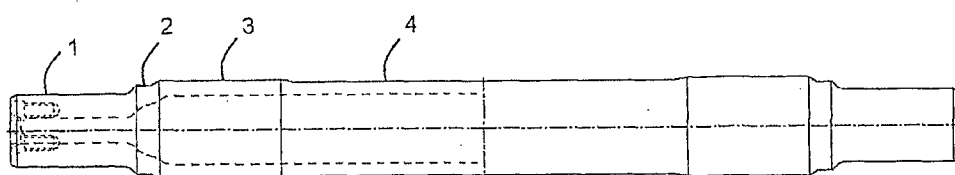


Fig. 1

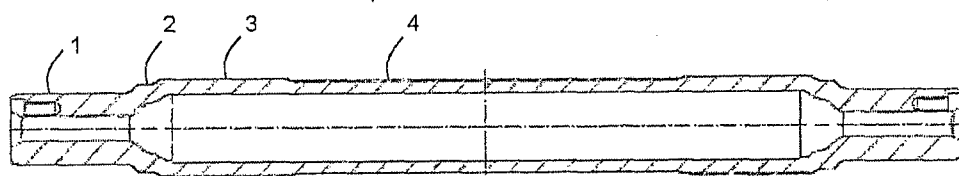


Fig. 2

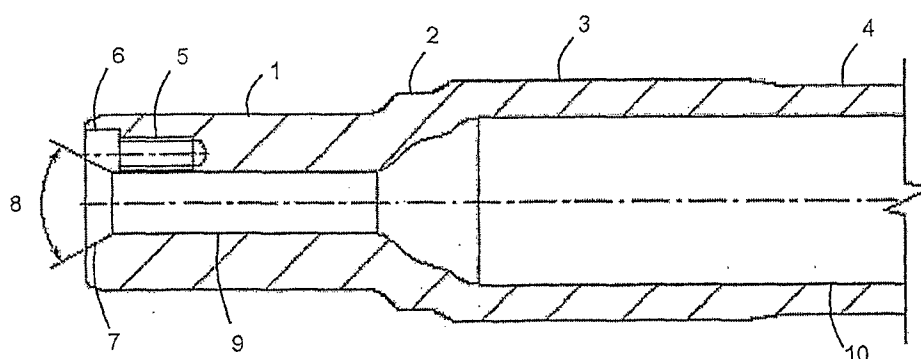


Fig. 3

37

2/4

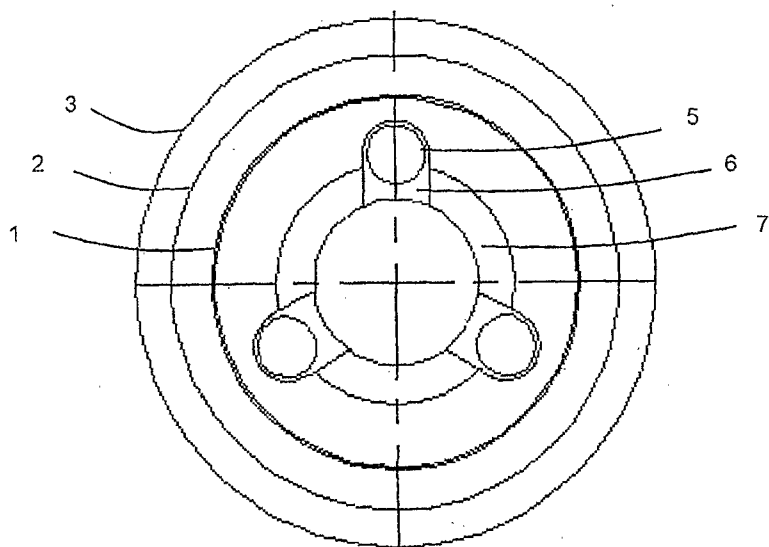


Fig. 4

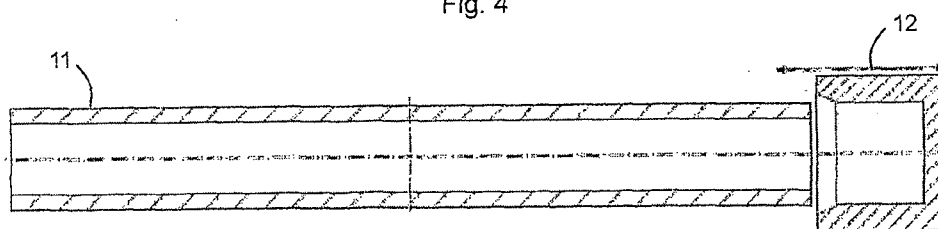


Fig. 5

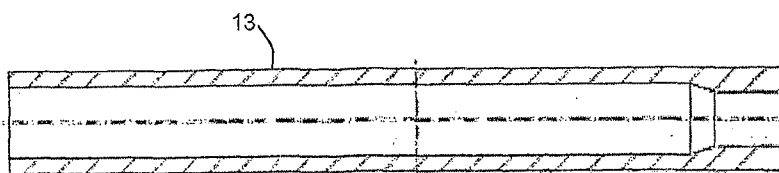


Fig. 6

38

3/4

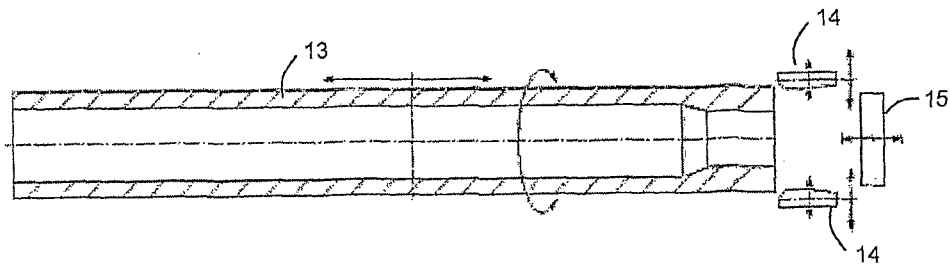


Fig. 7

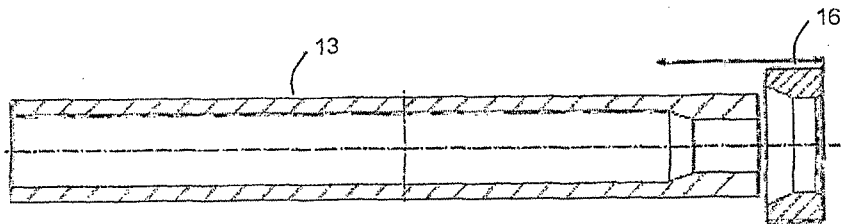


Fig. 8

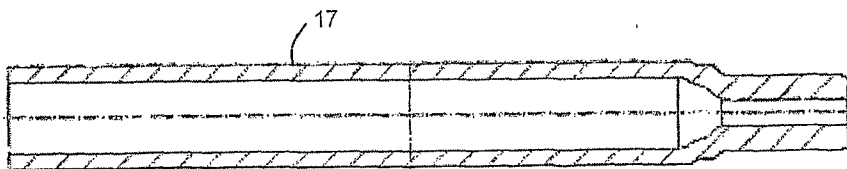


Fig. 9

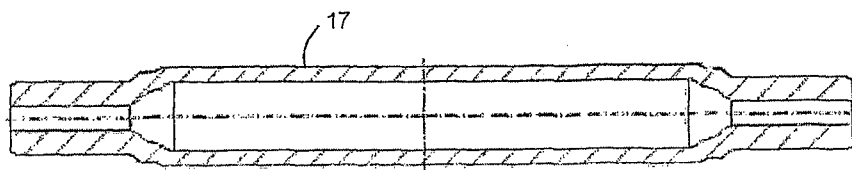


Fig. 10

4/4

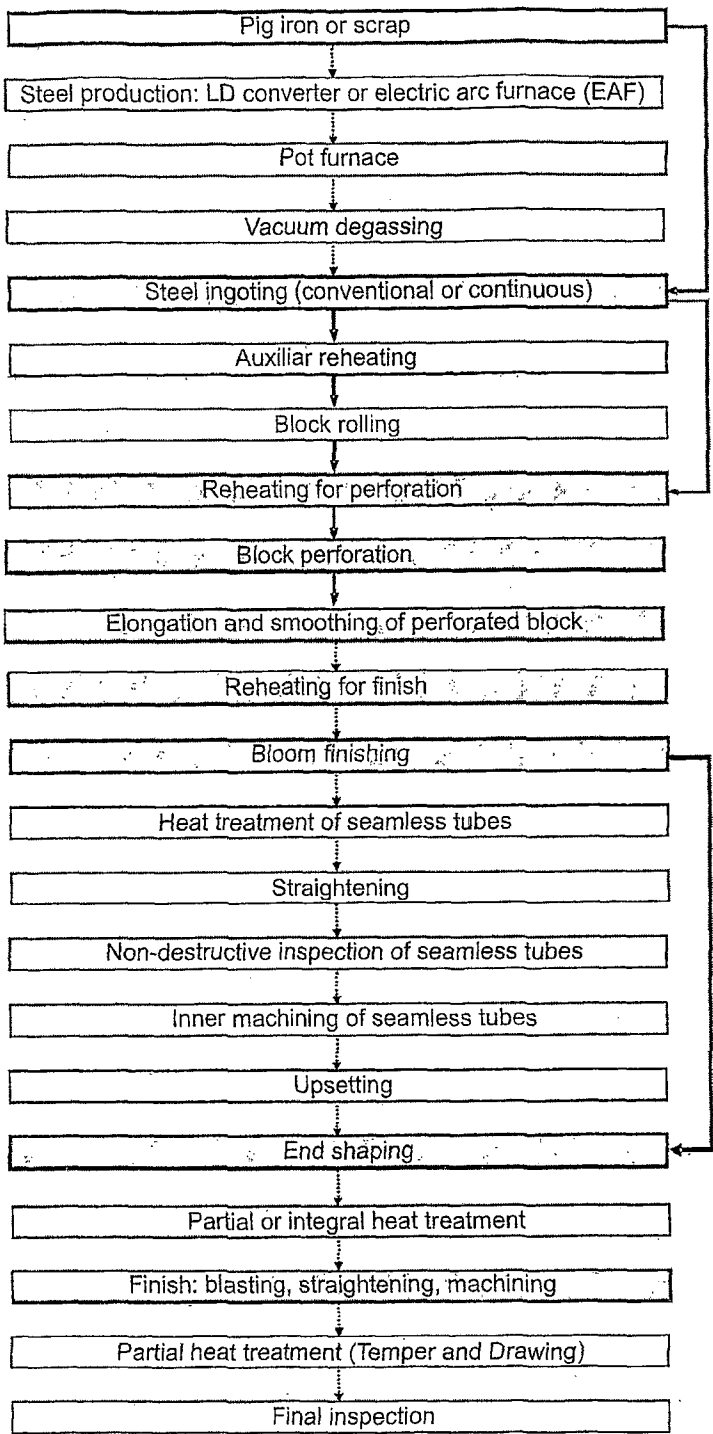


Fig. 11

EJE A PARTIR DE UN TUBO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE
FERROCARRIL, Y UN PROCESO PARA LA FABRICACION DE UN EJE A
PARTIR DE UN TUBO DE ACERO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE
FERROCARRIL

5

Campo de la Invención

La presente invención se refiere a los ejes para
vehículos de ferrocarril, los cuales son forjados a partir de
tubos sin costuras, para reducir el peso, la composición
10 química y el proceso de fabricación de los cuales están
especialmente diseñados para garantizar la alta resistencia
mecánica y la alta resistencia a la fatiga. La invención
también se refiere a un proceso de fabricación de este eje
tubular.

15

Antecedentes de la Invención

A la fecha, el consumo de combustible y de emisión
de contaminantes en la transportación por ferrocarril son
problemas mayores del sector de los ferrocarriles, debido a
sus implicaciones en el costo de operación y en el ambiente.
20 La tara de un vehículo de ferrocarril es uno de los factores
principales que influyen estos parámetros. En este aspecto,
se debe notar que los ejes de los vehículos de ferrocarril
pueden soportar 10% de la tara y son predominantemente
macizos.

25

Además, como resultado del incremento en el uso de
ferrocarriles como un sistema de transportación, 1. Ref.:211684
actual es que la carga y el peso transportados por los
ferrocarriles se incrementa significativamente, lo cual en
consecuencia provoca un incremento en la tensión aplicada
30 sobre los ejes del ferrocarril, requiriendo de este modo

mayor resistencia del material y adaptación en el diseño de estos ejes, de modo que éstos tendrán buena durabilidad.

La investigación para tecnologías para reducir el peso a través del concepto de eje tubular en el sector de los
5 ferrocarriles, existe ya desde el siglo 19, como se muestra en la Patente de los Estados Unidos No. 44,434, titulada "Mejoramiento en Ejes de Automóvil", de B. J. La Mothe, de 1864. Esta patente propone que el eje debe estar compuesto de diversos tubos de diferentes diámetros acoplados y
10 ajustados por interferencia mecánica.

Stewart, George W., autor de la Patente de los Estados Unidos No. 293,201, titulada "Eje de Automóvil", en 1884, reclamaba la invención de un eje tubular con sección uniforme, los muñones del cual para los cojinetes de fricción
15 eran manguitos macizos parcialmente introducidos con interferencia dentro del eje tan lejos como la región de la rueda.

Pekham, E., autor de la Patente de los Estados Unidos No. 352,657, titulada "Eje de Automóvil", en 1886, se
20 refiere a una propuesta similar, que señala, como un mejoramiento, la aplicación de un reforzamiento tubular interno en el husillo del eje, que puede ser conformado posteriormente para formar el asiento del cojinete de fricción, que era el tipo de cojinete utilizado en esa fecha.

25 Ernest Kreissig, autor de la patente Británica GB 360,521, otorgada en 1931, titulada "Mejoramientos en (...) Ejes Huecos", no se refiere específicamente al eje o a su fabricación, si no a una barra (o tubo) previamente sometida y mantenida bajo tensión de tracción dentro de los ejes o
30 columnas huecas para someterlos a tensiones de compresión,

compensando proporcionalmente las resistencias a la tracción resultantes del eje que se flexiona bajo condiciones de operación normales.

Oelkers, Alfred H., autor de la Patente de los Estados Unidos No. 1,902,910, titulada "Construcción de Rueda Antifricción y de Eje", 1933, proponía variaciones de los ejes y la rueda mediante la combinación de tubos concéntricos, husillos macizos y cojinetes, permitiendo, en una de las combinaciones, que el eje estuviera estático y que únicamente la rueda girara, de manera contraria a la situación clásica del eje y las ruedas que giran conjuntamente.

Urshel, B. H., autor de la Patente de los Estados Unidos No. 2,512,186, en 1950, titulada "Eje de Vehículo", se refiere a una propuesta de una composición de tubería y cita otras variaciones, como un eje con una cámara anular formada por el eje y un tubo interno, relleno con líquido, la función del cual podría ser la transferencia de calor desde el eje hacia el ambiente.

Blackwood, W., autor de la Patente de los Estados Unidos No. 2,747,918, titulada "Eje de Vehículos de Ferrocarril", otorgada en 1956, proponía la combinación de un eje macizo convencional dentro de un eje tubular, el espacio del cual podría ser relleno con unidades de un material elástico, tal como un caucho. En este caso, el objetivo era atenuar los choques y distribuir las cargas de manera uniforme, previniendo de este modo los problemas de fatiga.

Adrianne, J. L. C., autor de la patente Suiza CH 376,955, titulada "Procedimiento para la fabricación de ejes de material rodante", otorgada en 1958, proponía más

variantes de los ejes tubulares, señalando el proceso de laminación en caliente de los extremos por medio de tres cilindros escalonados, con el perfil deseado de los extremos.

Respecto al material utilizado para la fabricación de los ejes de ferrocarril, algunos fabricantes, por ejemplo los Brasileños y Norteamericanos, intentan seguir los estándares de las reglas técnicas de la Asociación Norteamericana de Ferrocarriles (AAR, por sus siglas en inglés). De acuerdo a las reglas de la AAR, las composiciones de los ejes de ferrocarril deben cumplir los siguientes criterios, mostrados en la Tabla 1 siguiente.

Tabla 1: Reglas técnicas de la AAR ("Manual de Estándares y Prácticas Recomendadas de la AAR - Ruedas y Ejes - Ejes, Acero al Carbono, Tratamiento con Calor - Especificación M-101 - Revisión 2004") para la composición química de los ejes de ferrocarril

20

	Referencia del tratamiento térmico del eje				
	AAR - Grado F (Doble Normalizado y Templado)		AAR - Grado G (Apagado y Templado) y AAR - Grado H (Normalizado, Apagado y Templado)		

25

Elemento	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Unidad
C	0.45	0.59	-	-	% en p
Mn	0.60	0.90	0.60	0.90	% en p
P	-	0.045	-	0.45	% en p
S	-	0.50	-	0.50	% en p
Si	0.15	-	0.15	-	% en p

30

Nuevos desarrollos relacionados a la técnica de eje de ferrocarril seguida desde entonces, y el concepto tubular, es utilizado a la fecha sobre carros de pasajeros de alta velocidad, locomotoras y carros de carga.

5 A la fecha, la técnica anterior relacionada a los ejes de ferrocarril comprende, por una parte, el uso de ejes masivos utilizando aleaciones metálicas que cumplen las reglas técnicas de la AAR, siendo producidos estos ejes a partir de barras que son transformadas en vigueta, y las
10 propiedades mecánicas de la cual también cumplen las reglas técnicas de la AAR.

 Por otra parte, la técnica anterior relacionada a los ejes de ferrocarril también comprende el uso de ejes tubulares. Estos ejes son producidos a partir de barras
15 forjadas que son perforadas mediante maquinación. Estos ejes tubulares tienen un peso 20% menor que aquellos de los ejes macizos, pero el proceso de fabricación involucra desecho considerable de materia prima y tiene un alto costo de
operación, a expensas de una baja reducción en el peso.

20 Existen también ejes tubulares de ferrocarril de la técnica anterior, comprendidos de tubos sin costuras, los cuales son producidos mediante forja. Estos ejes tienen un peso aproximadamente 40% menor que los macizos.

 El documento de patente EP044783 A1 describe un
25 proceso de fabricación de un eje forjado para ferrocarriles, que puede ser uno fabricado a partir de un tubo o incluso de una pieza maciza. En este proceso, la pieza de trabajo es calentada y luego simultáneamente sufre un paso de recalado de la parte intermediaria, junto con un paso de conformación
30 de los husillos de la misma con matrices cerradas. Este

documento no describe los tratamientos térmicos que buscan mejorar las propiedades de fatiga, dureza y resistencia del eje tubular, ni tampoco describe una composición específica de este eje para alcanzar estas mismas propiedades.

5 El documento de patente EP 0052308 describe una pieza de trabajo de acero forjado, altamente cargada a la cual, después de ser forjada en caliente, es sometida a apagado. Esta pieza de trabajo tiene contenidos de 0.05 a 0.25% en peso de carbono y de 1.0 a 2.0% en peso de
10 manganeso. Este documento no prevé la aplicación de este proceso o de esta pieza de trabajo a los ejes tubulares para ferrocarriles, ni tampoco identifica o describe diversos pasos de procesamiento necesarios para cambiar esta pieza de trabajo en un tubo sin costura. También. No se prevé, en
15 este documento, intervalos de valores de las propiedades físicas que debe mostrar esta pieza de trabajo, tal como el límite elástico, resistencia a la tracción, resistencia al alargamiento y a la fatiga.

El documento de Patente de los Estados Unidos No.
20 4,895, 700 prevé un eje para vehículos de ferrocarril que es macizo y muestra contenidos de 0.40 a 0.48% en peso de carbono, de 1.35 a 1.61% en peso de manganeso, de 0.16 a 0.30% en peso de silicio, de 0 a 0.23% en peso de cromo. Esta composición está adaptada para formar ejes en el
25 intervalo de 5.33 cm a 6.6 cm de diámetro, y soporta aproximadamente 14.7 a 19.6 toneladas. Por lo tanto, la aplicación del eje y sus dimensiones muy reducidas son diferentes de aquellas de la presente invención, y además no tienen una geometría tubular.

30 Los ejes macizos a menudo muestran mayor

resistencia que aquella necesaria para soportar la carga a la cual son sometidos. Esto significa que estos ejes pueden tener un peso más alto que necesario, lo cual provoca un consumo de material en la producción del eje, que podría ser
5 prevenido.

Por otra parte, el concepto tubular, principalmente en el caso de los tubos sin costura que tienen espesores más pequeños que los ejes de barra perforada, implica, como resultado, que algunas porciones del eje permanecerán
10 sometidas a mayores tensiones y otras permanecerán sometidas a mayores tracciones que el caso de otros ejes (barras macizas o perforadas) bajo las mismas condiciones de carga.

Breve Descripción de la Invención

Un primer objetivo de la invención es proporcionar
15 un eje tubular con menor peso el cual tiene, al mismo tiempo, propiedades de resistencia a la fatiga y límite elástico y resistencia a la tracción, mejorados, que hacen posible que soporte altas tensiones aplicadas sobre éste.

Otro objetivo más de la presente invención es
20 proporcionar un eje tubular y un proceso para la elaboración del mismo, que proporcionan ahorro del material utilizado para fabricar este eje, así como también tiene un bajo costo de producción.

Un objetivo adicional de la invención consiste en
25 proporcionar un proceso para la producción de ejes tubulares, que tiene control de calidad mejorado de los ejes producidos, en virtud de los auxiliares modernos de computadora, las metodologías de producción y las técnicas de inspección.

Un objetivo adicional de la invención es
30 proporcionar un proceso para la producción de ejes tubulares,

que hace posible el control estático sobre el proceso y las propiedades determinadas de los ejes, con el fin de garantizar que los ejes sean adecuados para diferentes propósitos y diferentes aplicaciones.

5 Los objetivos de la invención son logrados por medio de un eje forjado a partir de un tubo de acero sin costura para vehículos de ferrocarril, que está constituido por un material proveniente de una aleación metálica de acero que comprende de 0.22 a 0.42% en peso de carbono; de 1.10 a
10 1.70% en peso de manganeso, teniendo el eje acabado las propiedades de: un límite elástico mínimo de 520 MPa, una resistencia a la tracción mínima de 750 MPa y un alargamiento mínimo de 16%.

El material de aleación metálica puede comprender
15 al menos uno de los siguientes contenidos elementales: hasta 0.020% en peso de azufre, hasta 0.020% en peso de fósforo, desde 0.10 hasta 0.45% en peso de aluminio, desde 0.10 hasta 0.35% en peso de silicio, desde 0.10 hasta 0.30% en peso de molibdeno, desde 0.010 hasta 0.050% en peso de niobio, y
20 desde 0.05 hasta 0.27% en peso de vanadio.

Alternativamente, el material de aleación metálica comprende 0.22 a 0.32% en peso de carbono y de 1.01 a 1.40% en peso de manganeso, o incluso de 0.32 hasta 0.42% en peso de carbono y de 1.40 a 1.70% en peso de manganeso.

25 El material de aleación metálica comprende alternativamente hasta 0.010% en peso de fósforo y hasta 0.010% en peso de azufre.

Las muestras de eje, probadas al ser giradas mientras son sometidas a una carga de flexión, deben mostrar
30 un límite de fatiga de 120 MPa y preferentemente de 170 MPa.

Los objetivos de la invención son también logrados por medio de un proceso para la fabricación de un eje forjado a partir de tubo de acero sin costura para vehículos de ferrocarril, el cual comprende los siguientes pasos:

- 5 - fundir el material de aleación metálica, generando la aleación metálica de acero;
- vaciar el material fundido, formando productos tipo lingote;
- recalentar los productos en lingote en un
10 horno de recalentamiento para la perforación;
- perforar los productos en lingote;
- alargar los productos perforados, formando
 tochos huecos;
- acabar los tochos huecos, cambiándolos a tubos
15 sin costuras;
- forjar los tubos sin costura, cambiándolos en
 ejes forjados a partir de tubos sin costura para vehículos de
 ferrocarril.

20 El proceso puede comprender además, después del paso de fundición, un paso de refinación secundaria, en el cual se realizan los ajustes en la composición química de la aleación metálica, y el tratamiento metalúrgico con calcio-silicio, así como, después del paso de refinación secundaria, un paso de desgasificación al vacío.

25 El paso de vaciado puede ser llevado a cabo bajo agitación electromagnética. Después del paso del vaciado, el producto en lingote puede ser sometido a un paso de recalentamiento auxiliar a una temperatura de 880°C hasta 1300°C por un tiempo entre 1 y 48 horas. Después del paso de
30 recalentamiento auxiliar, el proceso puede incluir además un

paso de laminación.

El paso de recalentamiento para la perforación es preferentemente llevado a cabo en un horno de recalentamiento a una temperatura entre 1000°C y 1300°C.

5 Alternativamente, el proceso tiene un paso de recalentamiento del tubo de paredes gruesas entre 820°C y 980°C antes del paso de acabado del tubo de paredes gruesas y, después del acabado de los tubos de paredes gruesas, las piezas tubulares de eje, todavía en la forma de tubos sin
10 costura, son sometidas a un lecho de enfriamiento.

Preferentemente, antes del paso de forja, los tubos sin costura son normalizados, en donde los tubos sin costura son mantenidos a temperaturas entre 880°C y 950°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización, y luego los
15 tubos sin costura son sometidos a enfriamiento con aire.

Alternativamente, antes del paso de forja, los tubos sin costura son apagados, en donde el enfriamiento rápido de las piezas de tubo de eje es llevado a cabo mediante un medio seleccionado de agua y aceite. Los tubos
20 sin costura pueden ser además templados en un horno de recalentamiento, donde éstos son mantenidos a temperaturas entre 400°C y 700°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización, y luego las pieza tubulares de eje son sometidas a enfriamiento con aire.

25 Alternativamente, antes del paso de forja, los tubos sin costura son estirados en caliente y enviados a un lecho de enfriamiento. El proceso puede también comprender, antes del paso de forja, un paso de inspección de los tubos mediante pruebas no destructivas de las dimensiones y las
30 discontinuidades superficiales y/o un paso de acabado, el

cual comprende la maquinación sobre la superficie interna completa de los tubos sin costura. Después de la maquinación, se puede llevar a cabo la rectificación de la superficie interna de los tubos sin costura, o incluso el pulido de la superficie interna de los tubos sin costura.

Preferentemente, antes del paso de forja, se lleva a cabo la operación de recalado, en la cual los tubos sin costura son calentados entre 800°C y 1300°C en la región donde el espesor será incrementado, y luego una fuerza compresiva longitudinal es aplicada en la dirección axial a través del avance de al menos una herramienta de recalado, con lo cual es obtenido un tubo sin costura, recalado.

El paso de forja es realizado en caliente y puede ser llevado a cabo en temperaturas en el intervalo de 800°C a 1300°C por medio de al menos dos matrices de curso variante que oscilan radialmente, una herramienta de recalado auxiliar y un manejador para la traslación y rotación del tubo sin costura, que son comandados por control numérico computarizado o llevados a cabo por forja fría y caliente en un intervalo de temperatura desde la temperatura ambiente hasta 800°C o mediante forja en caliente a temperaturas entre 800°C y 1300°C, por al menos una matriz que comprende axial y radialmente los extremos del tubo, transformándolo en un eje forjado. Si la forja es una en caliente, el proceso comprende además un paso de enfriamiento después de la forja, en el cual el enfriamiento es llevado a cabo en un medio seleccionado de los siguientes medios: aire, aire forzado, agua y aceite.

El proceso puede comprender además un paso de normalización de al menos una parte del eje, mediante el uso

de un horno para recalentamiento a temperaturas entre 880°C y 950°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización, y enfriamiento en aire y/o un paso de apagado de al menos una parte del tubo del eje, utilizando, para la austenitización, 5 un horno para recalentamiento hasta temperaturas entre 880°C y 950°C, por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización y, para el apagado, un enfriamiento rápido con agua, y/o un paso de templado de al menos una parte del tubo del eje, utilizando un horno para recalentamiento hasta temperaturas 10 entre 400°C y 700°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización y enfriamiento con aire.

Alternativamente, el paso de apagado comprende al menos uno de los siguientes pasos: granalladura de la superficie interna del tubo, enderezamiento del tubo, 15 maquinación interna de los orificios de inspección en los dos extremos del tubo, maquinación del achaflanado en el borde del diámetro interno de los orificios de inspección del tubo, y maquinación de al menos dos orificios roscados y un hueco liso en cada extremo. Después del paso de acabado, puede ser 20 aplicado un paso de tratamiento térmico de apagado y templado, al menos a una parte del eje forjado, y un paso final de inspección de los defectos superficiales de la pieza tubular de eje, es llevado a cabo.

Finalmente, los objetivos de la invención son 25 también logrados por medio de un eje con la composición y propiedades descritas en la presente, y que es producido mediante un proceso del tipo descrito en la presente.

Breve Descripción de las Figuras

Para un mejor entendimiento, serán presentadas y 30 descritas las características y ventajas de la presente

invención, en conjunto con sus figuras respectivas, las cuales ilustran algunas configuraciones preferidas de la invención.

La Figura 1 muestra una vista frontal de una
5 modalidad preferida del eje tubular de ferrocarril de acuerdo a la presente invención.

La Figura 2 muestra una vista frontal en sección transversal de una modalidad preferida del eje tubular de ferrocarril de acuerdo a la presente invención.

10 La Figura 3 muestra una vista frontal en sección transversal de un detalle del extremo del eje tubular de ferrocarril, de acuerdo a la presente invención.

La Figura 4 es una vista lateral izquierda del eje tubular de ferrocarril.

15 La Figura 5 es una vista frontal en sección transversal del tubo sin costura y de una herramienta de recalcado que se mueve axialmente.

La Figura 6 es una vista frontal en sección transversal de un tubo sin costura, después de una operación
20 de recalcado, donde el espesor del extremo ha sido incrementado.

La Figura 7 muestra una vista en sección transversal de un tubo sin costura, después de una operación de recalcado, sometido a traslación y rotación, con dos
25 matrices abiertas que oscilan radialmente y tienen un curso de variación, y una herramienta de recalcado auxiliar.

La Figura 8 muestra una vista frontal en sección transversal del tubo sin costura, después de una operación de recalcado, con una matriz que comprime uno de los extremos
30 del tubo axial y radialmente, reduciendo su diámetro.

La Figura 9 muestra una vista frontal en sección transversal de un tubo sin costura, después de una operación de forja en un extremo, ya sea mediante oscilación de la matriz abierta o por matriz de compresión axial y radial
5 medio abierta.

La Figura 10 muestra una vista frontal en sección transversal de un tubo sin costura después de las operaciones de forja en los dos extremos, ya sea mediante oscilación de la matriz abierta o por matriz de compresión axial y radial
10 medio abierta.

La Figura 11 muestra un diagrama de flujo de un proceso de fabricación de un eje de ferrocarril tubular de acuerdo a la presente invención, siendo puesta de manifiesto en gris la modalidad preferida.

15 **Descripción Detallada de la Invención**

Las Figuras 1 y 2 ilustran una modalidad preferida del eje forjado a partir de un tubo sin costura para vehículos de ferrocarril, de acuerdo a la presente invención, y el diagrama de flujo de la Figura 11 ilustra un proceso
20 preferido de fabricación de este eje. Las secciones principales del eje tubular son el muñón o el asiento 1 de cojinete, el guardapolvo 2, el asiento 3 de la rueda y el cuerpo 4. La Figura 2 muestra que el espesor de pared de las secciones respectivas puede variar.

25 El extremo del eje tubular de ferrocarril de acuerdo a la presente invención es mostrado resaltado en la Figura 3. El eje tiene preferentemente tres orificios roscados 5 y un hueco 6 en cada extremo, para fijar las cubiertas de cojinete y un chaflán 7 para el soporte entre
30 las puntas cónicas con ángulo 8. La superficie interna 9 del

extremo puede ser utilizada para el acoplamiento de sondas de inspección por ultrasonido para la inspección del muñón 1, el guardapolvo 2 y, en algunos casos, de una parte del asiento 3 de rueda. La superficie interna 10 puede ser utilizada para acoplar sondas de inspección con ultrasonido para la inspección del asiento 3 de rueda y del cuerpo 4.

En la Figura 4, en la cual es representada una vista lateral izquierda del eje tubular de ferrocarril, se muestran tres orificios roscados 5, el hueco 6, y el chaflán 7 para el soporte entre las puntas cónicas.

Los ejes forjados a partir de los tubos sin costura de acuerdo a la presente invención están conformados como se muestra en las figuras con un espesor variante, es decir, con una distribución variante de material a lo largo de su longitud, para proporcionar así mayor robustez y resistencia a la fatiga, únicamente en el punto donde el eje sufre mayor carga. Esta forma es ya conocida de la técnica anterior.

Sin embargo, el eje forjado a partir de un tubo sin costura de acuerdo a la presente invención tiene un funcionamiento superior a aquel de los ejes de la misma forma, conocidos de la técnica anterior, ya que éste comprende un material que tiene propiedades mecánicas superiores, que son todavía potenciadas por medio del proceso de elaboración de estos ejes de acuerdo a la presente invención. La composición del eje forjado a partir de un tubo sin costura de acuerdo a la presente invención, así como su proceso de fabricación, hace posible especificar adecuadamente las propiedades del material para compensar las variaciones de las cargas a las que es sometido el eje.

Las propiedades químicas, mecánicas y metalúrgicas

consideradas en este desarrollo para la adaptación del material a la aplicación son: composición química, resistencia mecánica (límite elástico, resistencia a la tracción, límite de fatiga, alargamiento, dureza) y microestructura (fases y constituyentes, tamaño de grano). La mayor parte de estas propiedades están interrelacionadas y asociadas a las características específicas de los procesos de fabricación de los tubos de acero sin costura, laminados en caliente, los tratamientos de forja en caliente y tratamientos térmicos.

Con base en lo anterior, se ha desarrollado una composición química para la aleación metálica de acero que compone el eje tubular sin costura, que comprende de 0.22 a 0.42% en peso de carbono y 1.10 a 1.70% en peso de manganeso, el material de aleación metálica tiene un límite elástico mínimo de 520 MPa, una resistencia a la tracción mínima de 750 MPa y un alargamiento mínima de 16%.

La composición puede comprender además bajos contenidos de molibdeno, aluminio, niobio, vanadio y otros metales. Por ejemplo, la aleación metálica puede comprender de 0.10 a 0.45% en peso de aluminio y/o de 0.10 a 0.35% en peso de silicio y/o de 0.10 a 0.30% en peso de molibdeno y/o de 0.010 a 0.050% en peso de niobio, y/o de 0.05 a 0.27% en peso de vanadio.

En una modalidad alternativa de la invención, la aleación metálica comprende hasta 0.020% en peso de azufre y/o hasta 0.020% en peso de fósforo, o todavía preferentemente hasta 0.010% en peso de fósforo y/o hasta 0.010% en peso de azufre.

De acuerdo a otra modalidad alternativa de la

56

invención, la aleación metálica del eje tubular comprende de 0.22 a 0.32% en peso de carbono y de 1.10 a 1.40% en peso de manganeso, y puede comprender además hasta 0.020% en peso de fósforo, y/o hasta 0.020% en peso de azufre, y/o de 0.10 hasta 0.35% en peso de silicio, y/o desde 0.010 hasta 0.30% en peso de molibdeno, y/o de 0.10 a 0.45% en peso de aluminio, y/o de 0.010 hasta 0.050% en peso de niobio, y/o desde 0.05 hasta 0.27% en peso de vanadio.

De acuerdo a otra modalidad más de la invención, el material de aleación metálica del eje tubular comprende de 0.32 a 0.42% en peso de carbono, y desde 1.40 a 1.70% en peso de manganeso, y puede comprender además hasta 0.020% en peso de fósforo, y/o hasta 0.020% en peso de azufre, y/o de 0.10 hasta 0.35% en peso de silicio, y/o desde 0.010 hasta 0.30% en peso de molibdeno, y/o de 0.10 a 0.45% en peso de aluminio, y/o de 0.010 hasta 0.050% en peso de niobio, y/o desde 0.05 hasta 0.27% en peso de vanadio.

La materia prima de la aleación metálica de acero es preferentemente hierro en lingotes, chatarra o incluso una mezcla de cualquier proporción de hierro en lingotes y chatarra.

La Tabla 2 siguiente contiene los intervalos de elementos químicos que están contenidos en la composición química del producto de acuerdo a una modalidad de la invención.

Tabla 2 - intervalos de la composición química (% en peso) de acuerdo a una modalidad de la invención

% en peso	C	Mn	P	S	Si	Mo	Al	Nb	V
Mín.	0.22	1.10	-	-	0.10	0.10	0.10	0.010	0.05
Máx.	0.42	1.70	0.010	0.010	0.35	0.30	0.45	0.050	0.27

En el diseño de esta composición química, cada elemento fue cuidadosamente ajustado de acuerdo con los
5 criterios descritos posteriormente en la presente.

El manganeso, el cual es el elemento sustituto en la solución sólida, proporciona incremento en la resistencia conforme éste es agregado.

Los elementos intersticiales, como el carbono y el
10 nitrógeno, deben ser reducidos para el propósito de elevar al máximo los contenidos de manganeso en la solución sólida, mejorando de este modo la resistencia mecánica. En este sentido, los elementos como el aluminio, la función principal del cual es la desoxidación, pero también contribuye a la
15 resistencia, el niobio y el molibdeno, contribuyen en la eliminación de los elementos intersticiales de la matriz, reduciendo al mínimo la formación de carburos de manganeso. El contenido de carbono, no obstante, no debe ser muy bajo, con el fin de garantizar la resistencia necesaria para la
20 aplicación del mismo, junto con otros elementos, y no para deteriorar la capacidad de endurecimiento, ya que el manganeso también disminuye la temperatura de formación de martensita, lo cual, por otra parte, es parcialmente compensado por el aluminio.

25 Los elementos tales como el azufre y el fósforo deben estar lo más bajo posible, debido a que éstos están asociados con microinclusiones y a microsegregaciones, factores que reducen la resistencia a la fatiga del material. Otros elementos, como el silicio y otros ya
30 mencionados (C, Mo, Nb), contribuyen a incrementar la

SB

resistencia mecánica por medio de diversos endurecimientos como la solución sólida, precipitación de carburo y refinamiento del grano.

La Tabla 3 siguiente ilustra comparativamente las especificaciones de las propiedades mecánicas y el tamaño de grano de acuerdo a los estándares de AAR ("Manual de Estándares y Prácticas Recomendadas de la AAR - Ruedas y Ejes - Ejes, Acero al Carbono, Tratado con Calor - Especificación M-101 - Revisión 2004") para ejes de ferrocarril y sus respectivos tratamientos térmicos, así como los resultados de las propiedades mecánicas y el tamaño de grano de una modalidad de la invención.

Tabla 3 - Especificaciones de las propiedades mecánicas y el tamaño de grano de acuerdo a los estándares de AAR ("Manual de Estándares y Prácticas Recomendadas de la AAR - Ruedas y Ejes - Ejes, Acero al Carbono, Tratado con Calor - Especificación M-101 - Revisión 2004") para ejes de ferrocarril y sus respectivos tratamientos térmicos, así como los resultados de las propiedades mecánicas y el tamaño de grano de una modalidad de la invención.

Material (tratamiento térmico)	Límite elástico (MPa)	Resisten- cia a la tracción (MPa)	Alargamiento (%)	Tamaño de grano de acuerdo a ASTM E 112
AAR - Grado F (Doble normalizado y templado)	345	610	22	>5
AAR - Grado G (Apagado y templado)	380	620	20	>5

5

10

AAR - Grado H (Normalizado, apagado y templado)	520	790	16	>5
Resultados de una modalidad de la invención	610	840	17	7-9

15

20

25

30

El límite de fatiga de un material puede ser evaluado mediante las pruebas en laboratorio de flexión giratoria a temperatura ambiente, en las cuales muchas muestras son probadas para la falla, para establecer la curva de tensión (S) por vida (N - número de ciclos hasta la falla) para el material. Las muestras son probadas al ser giradas mientras que son sometidas a una carga de flexión. Esto da como resultado una tensión de flexión alternada de una manera similar a la que está presente sobre el eje a escala real. Si la carga de flexión es constante, como resultado, la proporción de la tensión mínima a máxima (R) es siempre -1. Se asume que existe una tensión mínima sobre la curva de tensión-vida (S-N) del material, por debajo de la cual no se observa ninguna falla conforme se incrementa el número de ciclos. Esta tensión es definida como el límite de fatiga del material. Las muestras de eje, probadas por flexión

rotadas mientras que son sometidas a una carga de flexión, de acuerdo a una modalidad de la invención, muestran un límite de fatiga de 120 MPa. En otra modalidad más de la invención, podría ser obtenido un límite de fatiga de 170 MPa.

5 En vista de las diferentes propiedades químicas que cada uno de estos elementos químicos imparten al material de aleación de acero, se puede ajustar la composición química de este material como una función de las propiedades que debe tener el eje tubular, dependiendo de la aplicación específica
10 en la cual será utilizado. Ya que varios pasos del proceso de la presente invención son numérica y electrónicamente controlados, con la ayuda de una computadora, es posible configurar este proceso para obtener ejes con composición química deseada.

15 Con la ayuda del diagrama de flujo presentado en la Figura 11, se presentan más adelante en la presente los pasos principales de las modalidades preferidas y alternativas del proceso de fabricación del eje, que son el objetivo de la presente invención, junto con el eje mismo obtenido de esta
20 manera.

 Inicialmente, la materia prima de la aleación metálica es fundida, generando un material fundido de aleación metálica de acero. La fundición de la aleación utilizada en este producto puede ser llevada a cabo mediante
25 el uso de un convertidor LD o un horno de arco eléctrico (EAF, por sus siglas en inglés), o como materia prima, hierro en lingotes, chatarra o mezclas de hierro en lingotes y chatarra, en cualquier proporción. El convertidor LD debe estar equipado con soplado sumergido, el cual hace posible el
30 uso de argón y/o nitrógeno a todo lo largo del procesamiento.

Por preferencia, este paso es totalmente controlado por computadora a través de modelos estáticos y dinámicos derivados de su propio desarrollo. La medición automática de la temperatura durante el soplado y el cálculo de la adición de la aleación, forman parte de este sistema. Esta rutina garantiza los bajos contenidos de fósforo y azufre necesarios para el producto.

Posteriormente, el acero puede ser sometido a la refinación secundaria, y son realizados ajustes en la composición química, así como el tratamiento metalúrgico con calcio-silicio. Esta refinación secundaria es preferentemente llevada a cabo en un horno de caldero. La adición de aleaciones, el tratamiento con calcio-silicio, el burbujeo de argón y la recolección de las muestras deben ser realizados en este equipo, preferentemente, de una manera totalmente automatizada. A todo lo largo de este proceso, se garantiza la producción del acero en un intervalo de composición estrecho dirigido a concluir la calidad del producto. Como resultado del burbujeo con gas inerte, y el uso de escoria sintética, el contenido de azufre puede alcanzar niveles muy bajos. La refinación secundaria en un horno de caldero también mejora la microlimpieza, es decir, un número más pequeño y un tamaño más pequeño de inclusiones, lo cual permite una mejor distribución de los elementos de la aleación y un mejor ajuste de la temperatura del acero líquido.

Después de la refinación secundaria en un horno de caldero, el material puede ser desgasificado a vacío para el propósito de reducir al mínimo los contenidos de gases como el oxígeno, nitrógeno e hidrógeno. En este equipo, es

posible alcanzar una temperatura de 0.2 kPa (2 mbar), además de permitir la inyección de argón incluso bajo un vacío profundo. Con esto, se puede lograr fácilmente niveles muy bajos de hidrógeno y oxígeno.

5 El proceso comprende además un paso de vaciar el material fundido, produciendo un producto en lingote. El vaciado puede ser ya sea continuo o convencional.

Si el vaciado continuo es llevado a cabo, el acero es conducido a una máquina de vaciado continuo, lo cual será
10 preferentemente efectuado bajo agitación electromagnética. En una modalidad preferida de la invención, esta máquina está equipada con bobinados dobles de agitación electromagnética, los cuales proporcionan mejor calidad del material en lingotes, con respecto a la segregación de los elementos y la
15 porosidad central, que contribuye también a la resistencia a la fatiga del material.

En el caso de que el vaciado sea llevado a cabo de una manera convencional, puede ser necesario transformar los lingotes en barras de lingote de perfil redondo, antes de
20 someter el material a perforación, que es el siguiente paso de producción.

Los productos en lingote en la forma de barras, producidos después del vaciado continuo o convencional, son preferentemente sometidos a un paso de recalentamiento
25 auxiliar a una temperatura entre 880°C y 1300°C por un tiempo entre 1 hora y 48 horas.

Las barras en lingote mediante vaciado continuo o convencional son también cortadas en palanquillas con longitud adecuada antes de ser empleadas en plantas de
30 perforación de palanquillas.

Después de este recalentamiento auxiliar, las barras o palanquillas que no han obtenido un perfil redondeado pueden pasar todavía a través de un paso de laminación, para formar barras de perfil redondeadas.

5 Antes del paso de perforación de las palanquillas, el producto en lingotes y, como pueda ser el caso, también laminado, es sometido a un paso de recalentamiento para la perforación, en el cual el producto es preferentemente calentado a una temperatura entre 1000 y 1300°C en un horno
10 de recalentamiento apropiado.

Luego, la perforación puede ser llevada a cabo mediante el uso de una muela de perforación de palanquillas en caliente, con rodillos inclinados, a través de una prensa de perforación o un proceso o equipo comprendido de la prensa
15 de perforación y la muela de perforación.

Después de este paso de perforación, tiene lugar el alargamiento de las palanquillas perforadas, el cual puede ser llevado a cabo a través de una muela tipo Pilger o con muela de mandriles (Laminador cerrado sobre Mandriles), o una
20 muela tipo MPM, o una muela tipo PQF, o una muela tipo Assel, o a través de una prensa de extrusión. Alternativamente, se puede llevar a cabo el alargamiento de la palanquilla perforada y transformarla en un tocho hueco utilizando una forja, o cualquier otro tipo adecuado de equipo disponible en
25 el mercado.

Después del alargamiento, dependiendo del diseño de las instalaciones industriales, puede ser necesario un paso de recalentamiento de los tochos huecos a temperaturas entre 880 y 980°C antes del paso de acabado de los tochos huecos,
30 transformándolos en tubos sin costura.

Este paso de acabado de los tochos huecos puede ser llevado a cabo mediante el uso de equipo del tipo de muela de acabado, por ejemplo una muela de calibración en caliente del tipo Muela de Ajuste a Tamaño, un rodillo de reducción por calor del tipo de Muela Reductora, o una muela de estiramiento-reducción, o un rodillo de alisamiento de la muela tipo Reeler, la última en el caso en que ha sido utilizado una muela tipo Mandril para realizar el alargamiento de las palanquillas perforadas. Después de los

5 pasos de alargamiento de la laminación en caliente, los tubos sin costura son sometidos a un enfriamiento intermedio, preferentemente a temperatura ambiente.

10

En una modalidad preferida de la invención, las palanquillas son laminadas por medio de laminación automática (Laminador cerrado sobre Mandril), para tubos con un diámetro

15 externo de 168.3 y 365.1 mm (6 a 14 pulgadas).

En una modalidad preferida de la invención, en la laminación automática la palanquilla es recalentada en un horno de largueros móviles a temperaturas entre 1100 y

20 1300°C, o incluso entre 1000 y 1200°C. Posteriormente, la palanquilla inicia un paso de laminación en caliente, en la cual ésta es perforada sobre una muela de rodillo inclinado. Después de la perforación, la palanquilla perforada es entonces llamada un tocho hueco, el cual es transportado a un

25 paso de alargamiento a través de laminación en caliente, preferentemente por medio de una muela con mandriles (Laminador cerrado sobre Mandriles), cuando un espesor de pared es muy cercano al especificado para el producto final, mediante el control de las aberturas del cilindro, las

30 aberturas de guía y la posición del mandril.

Posteriormente, el tocho hueco resultante de este proceso va a través de la laminación en caliente una vez más, preferentemente llevado a cabo con una muela de acabado de alisamiento (Muela o Laminador de Reeler), que realiza el
5 alisado interno y externo del tubo sin costura, con expansión del diámetro externo.

El tocho hueco es conducido a un paso de enfriamiento intermedio, recalentado y sometido a una laminación final sobre una muela de acabado.

10 Al final del proceso de producción de los tubos sin costura, éstos son conducidos a lechos de enfriamiento y pueden seguir diferentes vías, de acuerdo al estado de la materia prima requerida para la forja: laminados, normalizados o apagados y templados, o incluso una
15 combinación de los mismos.

Los tubos sin costura, cuando éstos están todavía en el estado laminado para ser forjados posteriormente, siguen preferentemente al enderezamiento en caliente sobre una máquina de enderezamiento giratorio con tres pares de
20 rodillos y luego siguen hacia un lecho de enfriamiento. La forja subsiguiente puede ser llevada a cabo en frío, en tibio o en caliente.

Los tubos sin costura que siguen el curso de normalización permanecen en el lecho para el enfriamiento
25 hasta la transformación completa de los mismos antes de ser recalentados, preferentemente en un horno de largueros móviles hasta una temperatura en el intervalo de 880 a 950°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización. Luego, las piezas tubulares del eje son sometidas a un enfriamiento
30 por aire.

Los tubos sin costura que siguen el curso de apagado son recalentados hasta una temperatura en el intervalo de 880 a 950°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización. Luego las piezas tubulares del eje son sometidas a un enfriamiento con agua o con aceite.

Los tubos sin costura previamente laminados, o los tubos normalizados o apagados que siguen el curso de apagado, son sometidos a un enfriamiento rápido, preferentemente realizado con agua o aceite.

Los tubos sin costura que siguen el curso de templado son calentados en un horno de recalentamiento, donde éstos son mantenidos a temperaturas entre 400 y 700°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización, y luego éstos son sometidos a enfriamiento con aire.

Después de los tratamientos con calor y antes de la forja, los tubos son enderezados en caliente, por ejemplo, en una máquina de estiramiento giratorio.

Después del enfriamiento y el enderezamiento, los tochos huecos o tubos sin costura son enviados a la prueba de inspección no destructiva para las dimensiones y discontinuidades. Cada pieza es medida y los resultados son registrados con respecto al espesor de pared, el diámetro externo y la longitud. Son también analizadas las discontinuidades transversales y posiblemente oblicuas, longitudinales, externas e internas. Las piezas que muestran desviaciones de las tolerancias son automáticamente marcadas para la segregación de los segmentos con indicación de desviación. Las pruebas de inspección no destructiva pueden ser realizadas por medio de ultrasonido con un haz sónico de ángulo fijo, o incluso por medio de ultrasonido con un haz

sónico de ángulo variante, o por medio de corrientes de Parásitas, o incluso por medio de partículas magnéticas.

En el siguiente paso de inspección visual y dimensional, las piezas que muestran discontinuidades o desviaciones de los límites de tolerancia son marcadas para la segregación de los segmentos con desviaciones respectivas. Luego, las piezas son cortadas para obtener submúltiplos y la eliminación de los segmentos previamente marcados para la segregación. Un sistema de rastreo supervisa y registra los diversos parámetros de operación necesarios para garantizar la calidad del producto a todo lo largo del curso entre el recalentamiento de la palanquilla y su corte final en submúltiplos.

Dependiendo de las especificaciones de diseño del eje para cumplir las aplicaciones predeterminadas, con el fin de eliminar las posibles imperfecciones geométricas generadas en el proceso de fabricación del tubo sin costura, y para mejorar la rugosidad interna, puede ser también necesario llevar a cabo el acabado sobre tochos huecos antes de la forja. El acabado es preferentemente realizado mediante la maquinación sobre una parte o sobre la totalidad de la superficie interna del tubo, y/o el moleteado de la superficie interna del tubo, y/o el pulido de la superficie interna del tubo con equipo apropiado, antes de la reducción de los extremos mediante forja. Se pueden llevar a cabo estos pasos en aislamiento o mediante cualquier combinación de estos pasos de acabado, o incluso todos estos pasos sucesivamente sobre el mismo tubo.

Los tubos sin costura o tochos huecos producidos en la laminación en caliente, tratados o no por calor, con

acabado interno o no, son luego conducidos a la forja. En una modalidad preferida de la invención, ilustrada en la Figura 7, el paso de forja es realizado en caliente y puede ser llevado a cabo en temperaturas en el intervalo de 800°C hasta 1300°C, por medio de dos o más matrices abiertas 14, las cuales oscilan radialmente y tienen un curso variante, una herramienta 15 de recalco axial, auxiliar, y un manipulador (no mostrado) para la traslación y rotación del tubo sin costura, el cual puede ser comandado por control numérico auxiliado por computadora. De esta manera, se obtiene el tubo forjado en toco 17 como es mostrado en la Figura 10, con los dos extremos forjados, o como se muestra en la Figura 9 únicamente con un extremo forjado.

Alternativamente, y de acuerdo a la Figura 8, la forja es llevada a cabo mediante una o más matrices 16 medio abiertas, que comprimen axial y radialmente al menos uno de los extremos del tubo, reduciendo el diámetro de los mismos y transformándolo en un eje forjado en toco, como se muestra en las Figuras 9 y 10. Durante este paso, el eje permanece preferentemente suspendido por un soporte, por ejemplo por un gancho. Este soporte no actúa sobre la conformación del eje tubular y únicamente sirve para retenerlo mientras que las matrices comprimen los extremos del mismo, para impartir la forma deseada al eje tubular. Este modo de forja puede ser llevado a cabo en frío, en tibio o en caliente, como pueda ser considerado apropiado. La forja en frío o la forja en tibio es llevada a cabo a una temperatura en el intervalo de la temperatura ambiente y 800°C y la forja en caliente es llevada a cabo a temperaturas entre 800°C y 1300°C.

El proceso de forja puede ser llevado a cabo con

otro tipo más de equipo, sin el medio descrito anteriormente, pero el acabado superficial y las tolerancias dimensionales pueden no ser adecuadas para el producto. En los casos donde se realiza la forja en caliente, el calentamiento del extremo de la pieza tubular o tocho hueco que va a ser forjado es preferentemente realizado a través de un horno de inducción eléctrico, pero esto puede ser realizado en un horno de combustión. Cuando la temperatura deseada es alcanzada, el tocho hueco es colocado sobre un manipulador, el cual lleva a cabo las operaciones de avance y rotación con el mismo, mientras que las matrices de forja abiertas 14, también llamados martillos, oscilan radialmente a una alta frecuencia, con curso variante, como es mostrado en la Figura 7. La combinación de estos movimientos hace posible la formación del extremo hueco de acuerdo al perfil dimensional especificado en el diseño, como se muestra en la Figura 9. El proceso es repetido para el extremo opuesto de cada tocho hueco, definiendo de este modo un eje forjado en tosco a partir de un tubo sin costura, como se muestra en la Figura 10.

Dependiendo de las especificaciones de diseño del eje para cumplir las aplicaciones determinadas, puede ser necesario un incremento localizado del espesor, además de aquel que resulta de la operación de forja anteriormente citada. En este caso, antes de la forja, se lleva a cabo una operación de recalado, que consiste en el calentamiento localizado en el tubo sin costura 11 en un intervalo de temperatura entre 800°C y 1300°C, con un horno de inducción en la región donde se desea incrementar el espesor, seguido por la aplicación de una fuerza longitudinal compresiva a

70

través del avance de la herramienta de recalcado 12 sobre el tubo sin costura 11, como se muestra en la Figura 5. Después de este paso, se obtiene el tubo recalcado 13, como se muestra en la Figura 6.

5 Si la forja del eje tubular es realizada en caliente, entonces después de la forja, los ejes son todavía sometidos a un paso de enfriamiento, el cual puede ser llevado a cabo con aire, con aire forzado, con agua o con aceite.

10 Las viguetas de eje pueden seguir diferentes vías, de acuerdo al estado de distribución requerido para el beneficio, por ejemplo, forjadas o tratadas en caliente, para el ajuste de la microestructura y de las propiedades mecánicas de acuerdo a las especificaciones. El tratamiento

15 por calor puede ser integral, es decir, sobre la vigueta completa, o parcial, localizada en una región específica únicamente, por ejemplo, los extremos forjados. En el último caso, el cuerpo del eje permanece con las propiedades mecánicas y la microestructura de los tochos huecos.

20 Las viguetas que serán beneficiadas en el estado forjado siguen directamente hacia la operación de maquinación. Las viguetas que sufrirán tratamiento por calor son conducidas a los hornos respectivos: el tratamiento en regiones localizadas (hornos de inducción u hornos

25 especialmente diseñados para este propósito) y el tratamiento sobre la pieza completa (hornos de inducción, hornos continuos o por lotes).

Las operaciones de tratamiento en ambos casos (parciales o integrales) son las mismas.

30 En el tratamiento por calor de normalización sobre

el eje completo o una parte de éste, la reaustenitización es realizada a una temperatura entre 880°C y 950°C ya sea sobre la totalidad del eje tubular o únicamente una parte del mismo. El tiempo dentro del horno depende del espesor de la pared y es definido para garantizar que la sección transversal completa excederá la temperatura de austenitización. Preferentemente, el tiempo de homogenización en el intervalo de temperatura especificado es al menos de 10 minutos. El enfriamiento es realizado con aire inmediatamente después de la zona de calentamiento.

El templado es realizado sobre el eje tubular completo o únicamente sobre una parte de éste, en un intervalo de temperatura de entre 400°C y 700°C. El tiempo de residencia en el horno depende del espesor de la pared y es definido para garantizar que la sección transversal completa alcanzará la temperatura de temple. Preferentemente, el tiempo de homogeneización en el intervalo de temperatura especificado es al menos de 10 minutos. El enfriamiento es realizado con aire inmediatamente después de la zona de calentamiento.

Las viguetas que sufren tratamiento de normalización y de temple en una región localizada o sobre su longitud completa, son sometidas a los dos tratamientos anteriormente mencionados, en esta secuencia, donde aquellos que sufren normalización o bien temple, reciben únicamente uno de los tratamientos respectivos.

Las viguetas que sufren apagado sobre el eje tubular completo o únicamente sobre una parte, después de la forja, son inicialmente sometidas a un tratamiento térmico de reaustenitización a una temperatura en el intervalo de 880°C

a 950°C, por un periodo de tiempo de homogenización de al menos 10 minutos. Después de la reaustenitización, la región de eje sometida al tratamiento por calor (ya sea parcial o integral) es decapada y apagada con agua o aceite (fluido de
5 apagado).

Después del apagado, el eje tubular puede también ser templado de acuerdo al nivel de resistencia requerido, mediante un paso de temple, como se describió anteriormente, un tiempo de homogenización mayor que o igual a 10 minutos.
10 El temple puede ser también llevado a cabo después de la normalización.

En modalidades alternativas de la invención, con el fin de beneficiar al eje tubular, éste puede ser sometido a cualquier combinación de los pasos de normalización, apagado
15 y temple.

La microestructura para la composición química desarrollada y para las velocidades de enfriamiento típicas, excepto cuando se apaga, está predominantemente constituida por bainita, además de la ferrita, perlita y posiblemente una
20 fracción menor de martensita.

Para el material apagado y templado, la microestructura prevista está predominantemente compuesta de martensita templada y puede contener cantidades menores de bainita, ferrita y perlita, dependiendo del espesor de pared.

25 Después de ser tratadas por calor, las viguetas son sometidas a las operaciones de acabado.

Dependiendo de las especificaciones de diseño de eje para cumplir las aplicaciones determinadas, y alternativamente sobre los diferentes maquinados acabados
30 internos aplicables antes de la forja, se puede llevar a cabo

una granalladura sobre las superficies internas 9 y 10 del eje mostrado en la Figura 3, después de la forja. Además de la eliminación de la capa de óxido formada en los posibles tratamientos térmicos, la granalladura forma una capa superficial delgada de un material endurecido en frío, sujeto a tensiones de compresión residuales. Esta capa inhibe la nucleación y la propagación de los defectos superficiales tales como grietas, contribuyendo a la resistencia a la fatiga del eje.

10 Como los pasos de acabado, se puede también llevar a cabo el enderezamiento del eje tubular, la maquinación interna de los orificios de inspección en los extremos del eje tubular, la maquinación de un chaflán 7 en el límite del diámetro interno de los orificios de inspección del eje tubular, y la maquinación de al menos dos orificios 6 roscados y ahuecados lisos, en cada extremo. De acuerdo a la presente invención, se pueden llevar a cabo todos estos pasos de acabado, o incluso una combinación sucesiva de cualquiera de estos pasos, dependiendo de la forma del eje y de las características de la superficie interna del eje que se desea fabricar.

25 El enderezamiento es realizado sobre equipo manual o automatizado con el fin de prevenir problemas de falta de material en la maquinación, la excentricidad entre los diámetros externo e interno y el desbalance consecuente.

 El material es retirado mediante maquinación de la superficie externa completa, con el fin de obtener las dimensiones especificadas en el diseño.

30 Sobre la superficie interna de los extremos forjados, se elimina el material mediante maquinación, de

acuerdo a las dimensiones especificadas en el diseño. Esta región puede acomodar una cubierta y permite el acoplamiento de cabezas de ultrasonido para la inspección del muñón 1 del eje por debajo del asiento de cojinete y el radio de transición hacia la sección del guardapolvo 2 en la Figura 1. La inspección por la superficie interna proporciona incidencia directa (sin reflexión) y una trayectoria corta del haz sónico, principalmente en la región del muñón del eje, a menudo sometida a daños relacionados al soporte de sus accesorios. Esto facilita la detección de discontinuidades en etapas iniciales, las cuales podrían no ser detectadas con métodos usuales.

Además de estas regiones, otras partes del eje pueden ser inspeccionadas desde la superficie interna, como el asiento de rueda y el cuerpo del eje; al retirar simplemente la cubierta e introducir una sonda con una cabeza de inspección reducida y los medios de acoplamiento apropiados (agua, gel, láser, etc.).

Usualmente, se requieren tres orificios roscados 5, circunferencialmente equidistantes en cada extremo, para la fijación de los tornillos de las cubiertas de cojinete, la posición y el diámetro de estos orificios son estandarizados.

Con el fin de hacer posible la fijación y la centralización del eje entre las puntas sobre un torno, ha sido creado un chaflán 7 en el borde de diámetro interno del extremo, el ángulo total del cual 10 es el mismo que aquel del soporte de torno. Sin embargo, es necesario que el diámetro de la contrapunta sea compatible con el diámetro interno del extremo del eje tubular, ya que el diámetro es más grande que aquel normalmente establecido en los

75

estándares para el eje macizo equivalente, como los estándares de la Asociación Norteamericana de Ferrocarriles (AAR).

5 Como en algunos casos, el diámetro interno del orificio extremo del eje no es suficiente para prevenir la interferencia del chaflán 7 con los orificios roscados 5, ha sido introducido un hueco liso opcional 6 al comienzo de cada orificio roscado 5. Esto garantiza la aplicación de las cubiertas estandarizadas existentes y asegura la capacidad de
10 intercambio de estos ejes.

El acabado especificado en algunas superficies es cumplido en los estados bruto o maquinado, pero existen regiones que necesitan ser rectificadas, tales como el radio de transición del muñón del eje y del guardapolvo, para
15 atenuar la concentración de tensión, reducir el tamaño y la frecuencia de discontinuidades y para mejorar la resistencia a la fatiga.

Estas y otras regiones del eje pueden ser sometidas a técnicas que introducen tensiones residuales compresivas
20 tales como el efecto de ruleta o de granallado, ya que estas tensiones contribuyen a incrementar la resistencia a la fatiga.

Después de los pasos de acabado del eje, el proceso de acuerdo a la invención puede comprender además, cuando es
25 necesario, un paso de tratamiento por calor, el cual puede ser llevado a cabo antes de una inspección final del producto. El tratamiento por calor comprende preferentemente el apagado y el temple de al menos una parte del eje tubular, es decir, éste puede ser llevado a cabo, por ejemplo,
30 únicamente en los extremos maquinados del eje o incluso sobre

el eje completo.

El muñón del eje y/o el asiento de rueda pueden ser apagados localmente con la ayuda de un horno de inducción para calentamiento, y rociados con agua para el enfriamiento rápido. Esta técnica (ya utilizada en el muñón de eje de ferrocarril) incrementa significativamente la dureza y la resistencia de un área superficial al cambiar la microestructura del acero, el cual se vuelve predominantemente martensítico. Estas propiedades elevan la resistencia a la fatiga y la resistencia a la destrucción molecular interfacial, fenómenos presentes en estas regiones y en general asociados con fallas de los ejes de ferrocarril. Debido al apagado, es necesario que la región apagada sea templada.

La inspección final mediante una prueba no destructiva para discontinuidades puede ser realizada por medio de ultrasonido con un haz sónico de ángulo fijo, o incluso por medio de ultrasonido con un haz sónico de ángulo variante, o por medio de corriente de Parásitas, o incluso por medio de partículas magnéticas.

El proceso descrito en la presente es capaz de reducir al mínimo el desperdicio de materia prima, reduciendo además los costos de fabricación del eje tubular de la presente invención.

El proceso de acuerdo a la presente invención es capaz de producir ejes de ferrocarril con un peso aproximadamente 40% menor con respecto a los ejes sólidos. Al mismo tiempo, en virtud de las ventajas originadas por la composición específica de la aleación metálica utilizada para fabricar este eje, que son además potenciadas por las

particularidades del proceso de fabricación de estos ejes, la presente invención proporciona un eje tubular con mayor resistencia y resistencia a la fatiga, que presenta un bajo peso y, como resultado, eficiencia energética optimizada.

5 El uso de herramientas para inspeccionar la calidad del eje y detectar irregularidades superficiales del eje, hace posible un control mucho más preciso sobre la calidad de las piezas producidas, haciendo posible reducir considerablemente el margen de error y de producción de tubos defectuosos, y corregir y eliminar los defectos determinados
10 formados sobre algunos ejes a lo largo de este proceso de fabricación. Este efecto es también logrado por medio de control estadístico auxiliado por computadora, sobre algunos pasos del proceso, lo cual también imparte mayor precisión al
15 proceso, reduciendo el número de defectos sobre los tubos y la variabilidad de la versatilidad mecánica y microestructural del producto.

En vista de los pasos alternativos diferentes del proceso de acuerdo a la presente invención, por ejemplo,
20 antes de la forja, o en los pasos de acabado del eje, es posible producir, por medio del proceso de acuerdo a la presente invención, ejes con diferentes propiedades físicas, que pueden ser más adecuados para diferentes condiciones de aplicación en transportación por ferrocarril. Combinando las
25 ventajas proporcionadas por el material utilizado en la formación de los ejes tubulares con las ventajas proporcionadas por el proceso de fabricación, la presente invención es capaz de lograr todos los objetivos deseados, produciendo ejes a bajo costo, los cuales, no obstante,
30 tienen mejor resistencia y resistencia a la fatiga, o con

bajo desperdicio de material.

Se hace constar que con relación a esta fecha el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica la citada invención, es el que resulta claro de la
5 presente descripción de la invención.

79

REIVINDICACIONES

Habiéndose descrito la invención como antecede, se reclama como propiedad lo contenido en las siguientes reivindicaciones:

5 1. Un eje forjado a partir de un tubo de acero sin costura para vehículos de ferrocarril, caracterizado porque comprende un material de aleación metálica de acero que consiste de 0.22 a 0.42% en peso de carbono; 1.10 a 1.70% en peso de manganeso, en donde el eje acabado tiene las
10 propiedades de: un límite elástico mínimo de 520 MPa, una resistencia a la tracción mínima de 750 MPa y un alargamiento mínimo de 16%.

 2. El eje de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el material de aleación metálica
15 comprende al menos uno de los siguientes elementos: hasta 0.020% en peso de azufre, hasta 0.020% en peso de fósforo, desde 0.10 hasta 0.45% en peso de aluminio, desde 0.10 hasta 0.35% en peso de silicio, desde 0.10 hasta 0.30% en peso de molibdeno, desde 0.010 hasta 0.050% en peso de niobio, y
20 desde 0.05 hasta 0.27% en peso de vanadio.

 3. El eje de conformidad con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende desde 0.022 hasta 0.32% en peso de carbono y desde 1.01 hasta 1.40% en peso de manganeso.

25 4. El eje de conformidad con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende desde 0.32 hasta 0.42% en peso de carbono y de 1.40 a 1.70% en peso de manganeso.

 5. El eje de conformidad con cualquiera de las
30 reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el material de

aleación metálica comprende hasta 0.010% en peso de fósforo

6. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende hasta 0.010% en peso de azufre.

5 7. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque muestra un límite de fatiga mínimo de 120 MPa

8. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque muestra un
10 límite de fatiga mínimo de 170 MPa.

9. Un proceso para fabricar un eje forjado a partir de tubo de acero sin costura para vehículos de ferrocarril, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:

15 - fundir el material de aleación metálica, generando la aleación metálica de acero;

- vaciar el material fundido, formando productos tipo lingote;

20 - recalentar los productos en lingote en un horno de recalentamiento para la perforación;

- perforar los productos en lingote;

- alargar los productos perforados, formando tochos huecos;

25 - acabar los tochos huecos, cambiándolos a tubos sin costuras;

- forjar los tubos sin costura, cambiándolos en ejes forjados a partir de tubos sin costura para vehículos de ferrocarril.

10. El proceso de conformidad con la
30 reivindicación 9, caracterizado porque comprende, después del

paso de fundición, un paso de refinación secundaria en un horno de caldero, en el cual se realizan ajustes en la composición química de la aleación metálica, y el tratamiento metalúrgico con calcio-silicio es llevado a cabo.

5 11. El proceso de conformidad con la reivindicación 9 ó 10, caracterizado porque comprende, después el paso de refinación secundaria, un paso de desgasificación al vacío.

10 12. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque el paso de vaciado es llevado a cabo bajo agitación electromagnética.

15 13. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque después del paso del vaciado, el producto en lingote es sometido a un paso de recalentamiento auxiliar a una temperatura desde 880°C hasta 1300°C por un tiempo entre 1 y 48 horas.

 14. El proceso de conformidad con la reivindicación 13, caracterizado porque comprende, después del paso de recalentamiento auxiliar, un paso de laminación.

20 15. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizado porque el paso de recalentamiento para la perforación de los productos en lingote es llevado a cabo en un horno de recalentamiento a temperaturas entre 1000°C y 1300°C.

25 16. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, caracterizado porque un paso de recalentamiento del tocho hueco entre 820°C y 980°C es llevado a cabo antes del paso de acabado de los tochos huecos.

30 17. El proceso de conformidad con cualquiera de

las reivindicaciones 9 a 16, caracterizado porque después del acabado, los tubos sin costura son sometidos a un lecho de enfriamiento.

18. El proceso de conformidad con cualquiera de
5 las reivindicaciones 9 a 17, caracterizado porque antes del paso de forja, los tubos sin costura son normalizados, en donde éstos son mantenidos a temperaturas entre 880°C y 950°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización, y luego éstos son sometidos a enfriamiento con aire.

10 19. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 17, caracterizado porque antes del paso de forja, los tubos sin costura son apagados, en donde los tubos sin costura son mantenidos a temperaturas entre 880°C y 950°C por al menos 10 minutos de tiempo de
15 homogenización, y luego es llevado a cabo el temple de los tubos de eje por un medio seleccionado de agua y aceite.

20. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 17 a 19, caracterizado porque los tubos sin costura son templados en un horno de recalentamiento,
20 donde éstos son mantenidos a temperaturas entre 400°C y 700°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización, y luego éstos son sometidos a enfriamiento con aire.

21. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 20, caracterizado porque antes del
25 paso de forja, los tubos sin costura son estirados en caliente y siguen hacia un lecho de enfriamiento.

22. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 21, caracterizado porque comprende, antes del paso de forja, un paso de inspección de los tubos
30 mediante pruebas no destructivas de las dimensiones y las

discontinuidades superficiales.

23. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 22, caracterizado porque comprende, después del paso de inspección, un paso de acabado que
5 comprende la maquinación de la superficie interna completa de los tubos sin costura.

24. El proceso de conformidad con la reivindicación 23, caracterizado porque después de la maquinación, es realizada una rectificación de la superficie
10 interna de los tubos sin costura.

25. El proceso de conformidad con la reivindicación 23, caracterizado porque después de la maquinación, es realizado el pulido de la superficie interna de los tubos sin costura.

26. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 25, caracterizado porque antes del paso de forja, es realizado un paso de recalado, en el cual los tubos sin costura son calentados entre 800°C y 1300°C en la región donde el espesor será incrementado, y luego una
15 fuerza compresiva longitudinal es aplicada en la dirección axial de los tubos sin costura por avance de una herramienta de recalado.
20

27. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 26, caracterizado porque el paso de
25 forja es llevado a cabo en temperaturas en el intervalo de 800°C a 1300°C, por medio de al menos dos matrices abiertas que oscilan radialmente y tienen curso variante, una herramienta de recalado axial auxiliar y un manejador para la traslación y rotación del tubo sin costura, que puede ser
30 comandado mediante control numérico auxiliado por

computadora.

28. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 26, caracterizado porque el paso de forja es llevado a cabo en un intervalo de temperatura desde la temperatura ambiente hasta 1300°C por medio de una matriz que comprime axial y radialmente al menos uno de los extremos del tubo, reduciendo su diámetro y transformándolo en un eje forjado.

29. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 28, caracterizado porque si la forja es realizada en caliente, el proceso comprende además un paso de enfriamiento después de la forja, en el cual el enfriamiento es llevado a cabo en un medio seleccionado de los siguientes medios: aire, aire forzado, agua y aceite.

30. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 29, caracterizado porque comprende un paso de normalización de al menos una parte del tubo de eje, utilizando un horno para calentamiento a temperaturas entre 880°C y 950°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización, y enfriamiento en aire.

31. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 30, caracterizado porque comprende un paso de apagado de al menos una parte del tubo de eje, mediante el uso, para la austenitización, de un horno para calentamiento hasta temperaturas entre 880°C y 950°C, por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización y, para el apagado, un enfriamiento rápido en agua.

32. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 31, caracterizado porque comprende un paso de templado de al menos una parte del tubo de eje,

mediante el uso de un horno para recalentamiento hasta temperaturas entre 400°C y 700°C por al menos 10 minutos de tiempo de homogenización y enfriamiento con aire.

33. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 32, caracterizado porque el paso de acabado comprende al menos uno de los siguientes pasos: granallado de la superficie interna del tubo, enderezamiento del tubo, maquinación interna de los orificios de inspección en los dos extremos del tubo, maquinación del chaflán en el borde del diámetro interno de los orificios de inspección del tubo, y maquinación de al menos dos orificios roscados y ahuecados lisos en cada extremo.

34. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 33, caracterizado porque comprende, después del paso de acabado, un paso de tratamiento térmico de apagado y templado, aplicado al menos a una parte del eje forjado.

35. El proceso de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 34, caracterizado porque comprende, después del paso de acabado, un paso de inspección no destructiva para detectar los defectos superficiales sobre el eje forjado.

36. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque es producido mediante un proceso como se define de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 35.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un eje forjado a partir de tubos sin costura, con una composición química adecuada para garantizar la alta resistencia a la fatiga, límite elástico mejorado y resistencia a la tracción mejorada, y que tiene peso reducido para el uso en vehículos de ferrocarril. La presente invención se refiere además a un proceso para fabricar el eje forjado a partir de tubo de acero sin costura con alta resistencia a la fatiga, límite elástico y resistencia a la tracción mejorados, y que tiene peso reducido para el uso en vehículos de ferrocarril, que es producido a partir de hierro en lingotes o chatarra, vaciado, horno de recalentamiento, perforación de palanquillas, alargamiento de palanquillas perforadas, acabado de los tochos huecos, forja y maquinación de acabado, que incluye un chaflán de soporte y de centrado en el borde interno del orificio de inspección del extremo y el hueco liso en la entrada de los orificios roscados.

87

1/4

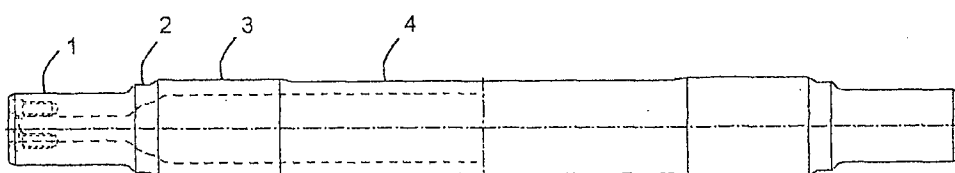


Fig. 1

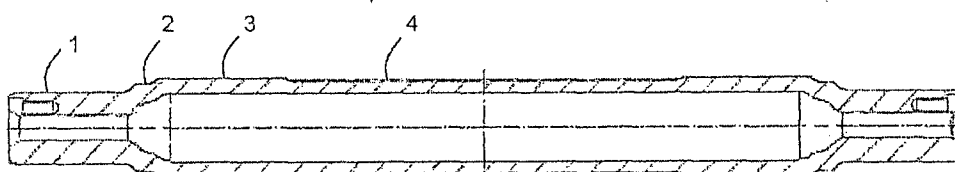


Fig. 2

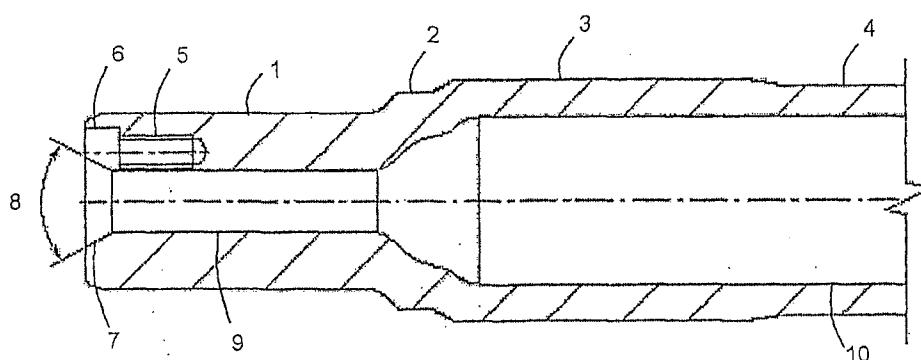


Fig. 3

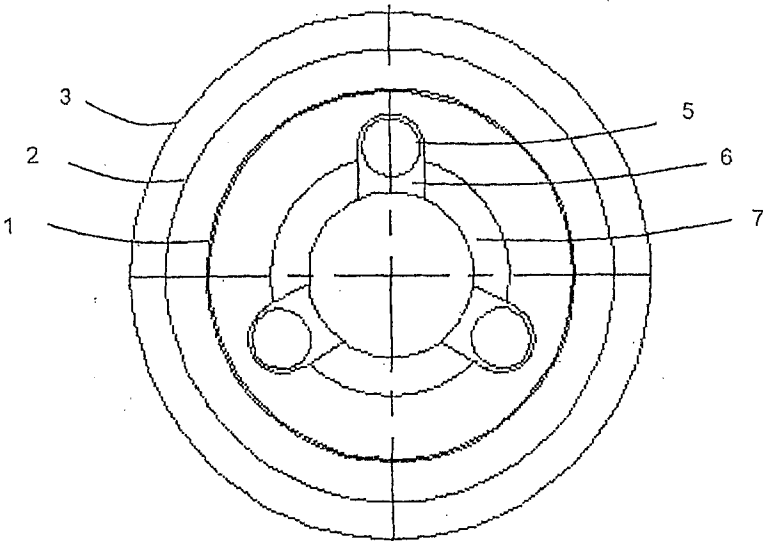


Fig. 4

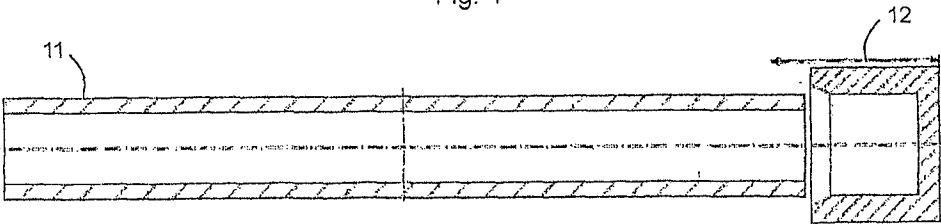


Fig. 5

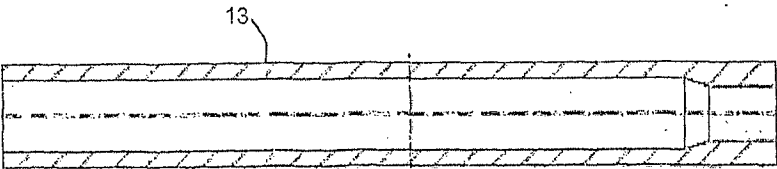


Fig. 6

3/4

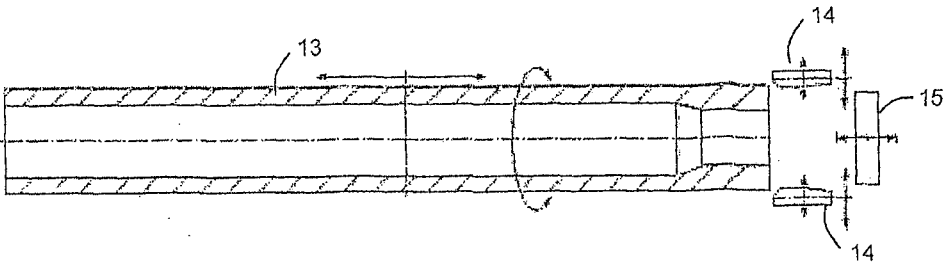


Fig. 7

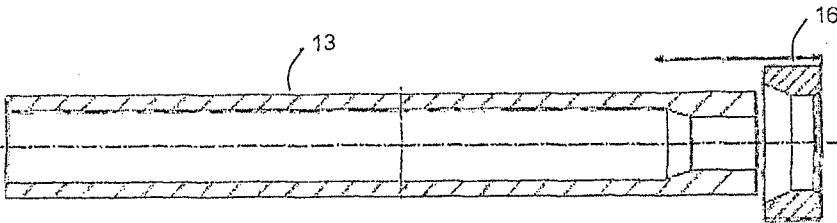


Fig. 8

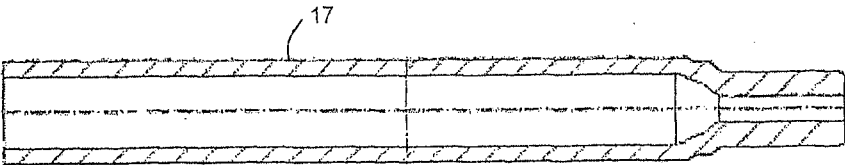


Fig. 9

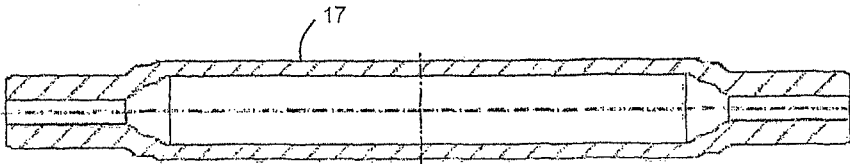


Fig. 10

90

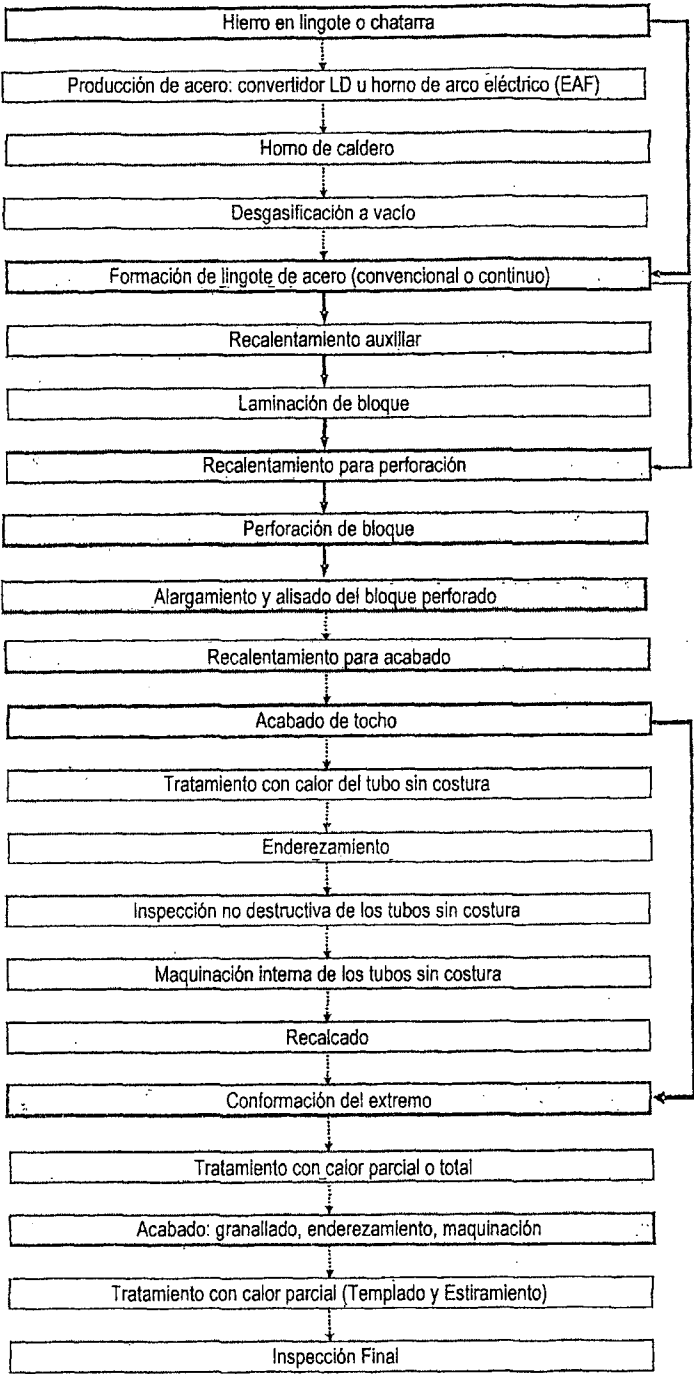


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/BR2008/000362

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER			
INV. C21D9/28	C21D8/10	C21D1/02	C21D8/04
C22C38/04	B60B35/08	B21J5/06	B21K1/06
C21D11/00 C21D1/28			
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC			
B. FIELDS SEARCHED			
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C21D B60B C22C B21J B21K			
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched			
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC			
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	
X	EP 0 052 308 A (THYSSEN INDUSTRIE [DE]) 26 May 1982 (1982-05-26)	1-8	
Y	pages 2-4; claims 1-4	10-35	
X	WO 2007/065235 A (V & M DO BRASIL S A [BR]; FARIA ANTUNES RONALDO [BR]; FILHO JOSE ANTON) 14 June 2007 (2007-06-14) pages 1-2; claims 1-3; figures 1-4	9,36	
Y	CN 1 920 083 A (JIANGYIN JIEDA SHAPED TUBE CO [CN]) 28 February 2007 (2007-02-28) abstract	10-35	
A	EP 0 941 783 A (BPW BERGISCHE ACHSEN KG [DE]) 15 September 1999 (1999-09-15) columns 1-5; claims 1-8	1-36	
-/-			
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.			
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 12 March 2009		Date of mailing of the international search report 19/03/2009	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Chebeleu, Alice	

92

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/BR2008/000362

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	TW 535 347 B (SHI CHEN ELECTRICS CO LTD [TW]) 1 June 2003 (2003-06-01) abstract	1-36
A	CN 1 712 251 A (HESHI XIELI MECHANICAL MFG CO [CN]) 28 December 2005 (2005-12-28) abstract	1-36
A	CN 1 369 335 A (CAI CHANGPING [CN]) 18 September 2002 (2002-09-18) abstract	1-36
A	EP 0 044 783 A (FRANCAIS ACIERS SPECIAUX [FR]) 27 January 1982 (1982-01-27) pages 2-12; claims 1-11	1-36
A	JP 09 020961 A (NIPPON STEEL CORP) 21 January 1997 (1997-01-21) abstract	1-36
A	CN 1 440 842 A (CHANGCHUN INST OF AUTOMOBILE M [CN]) 10 September 2003 (2003-09-10) abstract	1-36

2

43

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/BR2008/000362

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0052308	A	26-05-1982	DE 3043439 A1	03-06-1982
WO 2007065235	A	14-06-2007	BR PI0505962 A	02-10-2007
CN 1920083	A	28-02-2007	NONE	
EP 0941783	A	15-09-1999	ES 2230651 T3	01-05-2005
TW 535347	B	01-06-2003	NONE	
CN 1712251	A	28-12-2005	NONE	
CN 1369335	A	18-09-2002	NONE	
EP 0044783	A	27-01-1982	AU 555552 B2	02-10-1986
			BR 8104551 A	06-04-1982
			CA 1170024 A1	03-07-1984
			DD 201981 A5	24-08-1983
			DE 3160703 D1	01-09-1983
			ES 8300530 A1	01-02-1983
			FR 2487232 A1	29-01-1982
			HU 189985 B	28-08-1986
			JP 57052543 A	29-03-1982
			MX 155937 A	25-05-1988
			PL 232305 A1	15-03-1982
			ZA 8104381 A	28-07-1982
JP 9020961	A	21-01-1997	NONE	
CN 1440842	A	10-09-2003	NONE	

PATENT COOPERATION TREATY

PCT/BR2008/000362

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA
MOREIRA
Caixa Postal 2142
Rua Marquês de Olinda, 70
22251-040 Rio de Janeiro - RJ
BRÉSIL

Date of mailing (day/month/year)

24 September 2009 (24.09.2009)

Applicant's or agent's file reference

P156177-PCT

IMPORTANT NOTIFICATION

International application No.

PCT/BR2008/000362

International filing date (day/month/year)

01 December 2008 (01.12.2008)

1. The following indications appeared on record concerning:

☒ the applicant☒ the inventor☐ the agent☐ the common representative

Name and Address

State of Nationality

State of Residence

Telephone No.

Facsimile No.

E-mail address

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

☒ the person☐ the name☐ the address☐ the nationality☐ the residence

Name and Address

State of Nationality

State of Residence

JOSE ANTONIO FILHO

BR

BR

Rua Aristóteles Caldeira, 167, apto. 303

Telephone No.

Bairro Barroca

Facsimile No.

Belo Horizonte, MG

Cep: 31410-170

E-mail address

Brazil

☐ Notifications by e-mail authorized

3. Further observations, if necessary:

The person identified in Box 2 should be added to the record as applicant for the United States of America only and inventor for all designated States.

4. A copy of this notification has been sent to:

☐ the receiving Office☐ the International Searching Authority☐ the Authority(ies) specified for supplementary search☐ the International Preliminary Examining Authority☒ the designated Offices concerned☐ the elected Offices concerned☐ other:The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Soleiman Ali

e-mail pt09.pct@wipo.int

Telephone No. +41 22 338 74 09

Facsimile No. +41 22 338 71 30

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION PCT	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl: C21D 009/028	
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s) V & M DO BRASIL S/A	
(30) Prioridad	(31) <i>Prioridad</i> PI0704944-7	(32) <i>Fecha</i> 30/11/2007	(33) <i>País</i> BR
		(72) Inventor(es) RONALDO FARIA ANTUNES JOSE ANTONIO FILHO	
		(74) Apoderado: LUZ CLEMENCIA DE PAEZ	
(85)	Fecha limite inicio fase nacional: 30/06/2010		(87) Publicación internacional
(86)	Datos relativos a la presentación de la solicitud PCT		Fecha: 04/06/2009
	Fecha de presentación de la solicitud: 01/12/2008		N° publicación: WO 2009/067773 A1
	No. de solicitud PCT/BR2008/000362		
(54) Titulo: EJE A PARTIR DE UN TUBO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE FERROCARRIL, Y UN PROCESO PARA LA FABRICACION DE UN EJE A PARTIR DE UN TUBO DE ACERO SIN COSTURA PARA VEHICULOS DE FERROCARRIL			

Reivindicación(es):

1. Un eje forjado a partir de un tubo de acero sin costura para vehiculos de ferrocarril, caracterizado porque comprende un material de aleación metálica de acero que consiste de 0.22 a 0.42% en peso de carbono; 1.10 a 1.70% en peso de manganeso, en donde el eje acabado tiene las propiedades de: un límite elástico mínimo de 520 MPa, una resistencia a la tracción mínima de 750 MPa y un alargamiento mínimo de 16%.

2. El eje de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende al menos uno de los siguientes elementos: hasta 0.020% en peso de azufre, hasta 0.020% en peso de fósforo, desde 0.10 hasta 0.45% en peso de aluminio, desde 0.10 hasta 0.35% en peso de silicio, desde 0.10 hasta 0.30% en peso de molibdeno, desde 0.010 hasta 0.050% en peso de niobio, y desde 0.05 hasta 0.27% en peso de vanadio.

3. El eje de conformidad con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende desde 0.022 hasta 0.32% en peso de carbono y desde 1.01 hasta 1.40% en peso de manganeso.

4. El eje de conformidad con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende desde 0.32 hasta 0.42% en peso de carbono y de 1.40 a 1.70% en peso de manganeso.

5. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende hasta 0.010% en peso de fósforo

6. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el material de aleación metálica comprende hasta 0.010% en peso de azufre.

7. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque muestra un límite de fatiga mínimo de 120 MPa

8. El eje de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque muestra un límite de fatiga mínimo de 170 MPa.

9. Un proceso para fabricar un eje forjado a partir de tubo de acero sin costura para vehiculos de ferrocarril, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:

- fundir el material de aleación metálica, generando la aleación metálica de acero;
- vaciar el material fundido, formando productos tipo lingote;
- recalentar los productos en lingote en un horno de recalentamiento para la perforación;
- perforar los productos en lingote;
- alargar los productos perforados, formando tochos huecos;
- acabar los tochos huecos, cambiándolos a tubos sin costuras;
- forjar los tubos sin costura, cambiándolos en ejes forjados a partir de tubos sin costura para vehiculos de ferrocarril.

10. El proceso de conformidad con la reivindicación 9, caracterizado porque comprende, después del paso de fundición, un paso de refinación secundaria en un horno de caldero, en el cual se realizan ajustes en la composición química de la aleación metálica, y el tratamiento metalúrgico con calcio-silicio es llevado a cabo.

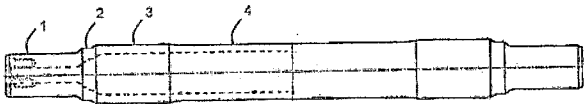


Fig. 1

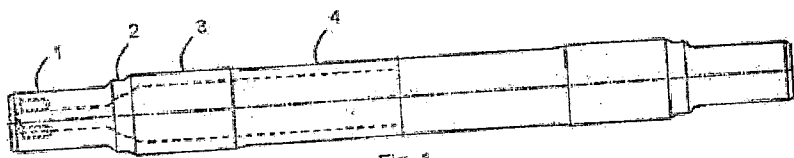


Fig. 1

Septiembre 1997 impugnada.

ARTICULO SEGUNDO :CONCEDER el recurso de apelación interpuesto y enviar las presentes diligencias al Superintendente Delegado para la Propiedad Industrial para el trámite legal pertinente.

ARTICULO TERCERO :Notificar personalmente a(l-los) doctor(es) JOSE SAMUEL JIMENEZ BUITRAGO, EDUARDO POMBO URIBE y JOSE LLOREDA CAMACHO apoderado(s) de(l) recurrente y titulares respectivamente, o quien (es) haga(n) sus veces, el contenido de la presente resolución entregándole(s) copia de la misma.

NOTIFÍQUESE Y COMPLASE.

Dado en Santa Fe de Bogotá D.C., Colombia, a los

29 ABR. 1998

MARIA DEL SOCORRO PIMIENTA CORBACHO

Jefe de la División de Signos Distintivos(E)

FBR

2.

Carrera 13 N° 27-00 Pisos 5° y 10°
Conmutador 334 1221-2-3-4

Fax 281 3125

Santafé de Bogotá, D.C. - Colombia

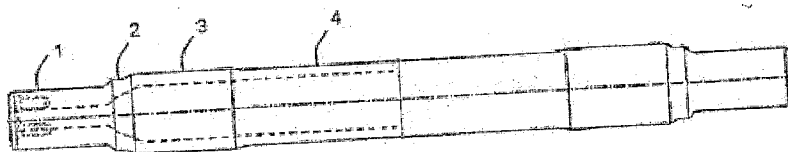


Fig. 1

DIVISION DE SIGNOS DISTINTIVOS

RESOLUCION No.

07289

EXPEDIENTE No. 94 55697

POR LA CUAL SE RESUELVE UN RECURSO DE REPOSICION

Debe evitarse, entonces la disección o fraccionamiento de los nombres que se comparan, o el pretender examinarlos en sus detalles, ya que el consumidor medio no procede en tal forma.

Por lo mismo deberá ponerse atención preferente a los elementos caracterizantes de cada denominación, de los cuales suelen depender en la práctica la primera impresión o impacto que recibe ese consumidor medio ante el nombre que sirve de marca."

En el caso en estudio, de acuerdo con lo anterior y en aplicación de los preceptos arriba expuestos, se encuentra que la impresión de conjunto despertada por las marcas en confrontación DOLOFLEX, DOLEX y DOL examinadas demanera sucesiva y teniendo en cuenta más que las diferencias las semejanzas de los signos, no arroja confusión, pues las similitudes son puramente tangenciales, de tal manera que se encuentra que entre ellas no existe similitud que conlleve a confusión y dificultad de identificación por parte del consumidor si coexistieran en el mercado.

En virtud de lo expuesto, se

RESUELVE :

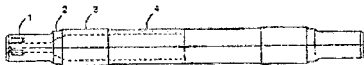


Fig. 1

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 52,197
FECHA : JUNIO 28 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-079356-00000-0000

Fecha: 2010-06-30 16:37:11

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Tra. 11 PATENTEIYII

Eve. 378 FASENACIONALI

Act. 411 PRESENTACION

Folios 98

***** CONSIGNACION *****

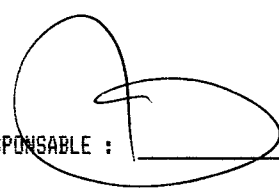
DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	175542485	28/06/2010	62,897,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-09	OTROS SERVICIOS DE PROPIEDAD I *** TASA ANUAL AÑOS 13 a 16 PARA MANT	677,000.00

TOTAL : \$ 677,000.00

SON: SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

Cdo 17715-841-001-5

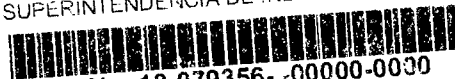
98.

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 10 - 52,193
FECHA : JUNIO 28 DE 2010

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 10-079356-00000-0030

Fecha: 2010-06-30 16:37:11 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 411 PRESENTACION Folios: 98

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
CAVELIER ABOGADOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	175542485	28/06/2010	62,897,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	554,000.00
		TOTAL :	\$ 554,000.00

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL PESOS

RESPONSABLE :

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

860 17715-841-001-5.



No. 10-079356-00000-0000

Fecha: 2010-06-30 16:37:11

Tra. 11 PATENTEIYII

Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR

Eve: 378 FASENACIONALI

Folios: 98

PATENTE DE INVENCION ☒

MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

☒	Indicación que se solicita una patente.
☒	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☒	Descripción de la invención
☒	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐

MODELO DE UTILIDAD PCT ☐

Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐	Indicación que se solicita una PCT
☐	Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐	Dibujos de ser estos pertinentes
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐	Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita Diseño industrial
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

☐	Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐	Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐	Representación gráfica de un esquema de trazado
☐	Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐	Incompleta ☐



Bogotá D.C.,
2020

Doctor(a)
SUAREZ DE PAEZ LUZ CLEMENCIA
Apoderado(a) y/o Representante de
V&M DO BRASIL S/A

REFERENCIA	Radicación No.	10 079356
	Solicitud internacional	PCT/BR2008/000362
	Fecha inicio fase nacional	30/06/2010
	Trámite	11
	Evento	378
	Actuación	430
	Oficio No.	08960

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.

2. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante, conforme a lo establecido por el artículo 26 literal k) de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina. Cuando se trate de documentos otorgados en el extranjero, estos deberán legalizarse de conformidad con lo dispuesto por los artículos 259 y 260 del Código de Procedimiento Civil. Cuando se trate de las declaraciones a que hace referencia la Regla 4.17 ii) del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes PCT., el alcance de las tales declaraciones se determinará según indiquen claramente una cesión de derechos del inventor al solicitante o su causante, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2.15 del Capítulo Quinto, Título X de la Circular Única de Superintendencia de Industria y Comercio.

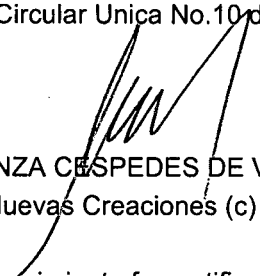
En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Continúa en la página siguiente...



Continuación radicado No: 10 079356

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No.10 de 2001.


ALIX CARMENZA CÉSPEDES DE VERGEL
Directora de Nuevas Creaciones (c)

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de fecha 16 JUL. 2010
adpa11