



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer: **0 187 904 B1**

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **05.09.90**

Int. Cl.⁵: **C 21 D 9/04**

Anmeldenummer: **85113653.1**

Anmeldetag: **26.10.85**

Verfahren zur Wärmebehandlung perlitischer Schienenstähle.

Priorität: **21.12.84 DE 3446794**

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
23.07.86 Patentblatt 86/30

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
05.09.90 Patentblatt 90/36

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI LU NL

Entgegenhaltungen:
DE-A-2 113 418
DE-A-2 421 109
DE-A-2 919 156
DE-B-1 255 689
DE-C-2 541 978

CHEMICAL ABSTRACTS, vol. 68, no. 26, Seite
11256, 24. Juni 1968, Zusammenfassung Nr.
116634t, Columbus, Ohio, USA; E.L. KOLOSOVA
et al.: "Hardening of rail steel by means of small
vanadiumadditions"

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr.
46(C-153)(1191), 23. Februar 1983; & JP-A-57 198
216 (NIPPON KOKAN) 04.12.1982

Patentinhaber: **Vereinigte Weichenbau GmbH**
Stahlhauser Strasse 20
D-4630 Bochum (DE)

Patentinhaber: **Butzbacher Weichenbau GmbH**
Wetzlarer Strasse 101
D-6308 Butzbach (DE)

Erfinder: **Heller, Wilhelm, Dr.-Ing.**
Elsterweg 8
D-4100 Duisburg 14 (DE)
Erfinder: **Flügge, Jürgen, Dr.-Ing.**
Grabenacker 108 a
D-4100 Duisburg 14 (DE)
Erfinder: **Ratz, Gerhard**
Gambacher Weg 28
D-6308 Butzbach 3 (DE)

Vertreter: **Cohausz & Florack Patentanwälte**
Postfach 14 01 20 Schumannstrasse 97
D-4000 Düsseldorf 1 (DE)

References cited:
STAHL UND EISEN, Band 90, Nr. 17, 20. August
1970, Seiten 922-928, Düsseldorf, DE

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

Courier Press, Leamington Spa, England.

EP 0 187 904 B1

56 References cited:

**TECH. MITT. KRUPP, WERKSBERICHTE, Band 37, Heft 3, 1979, Seiten 79-87, Essen, DE;
HELLER et al.: "Untersuchung und betriebliche Erprobung neuartiger naturharter Schienenstähle"**

**TECH. MITT. KRUPP, WERKSBERICHTE, Band 37, Heft 3, 1979, Seiten 89-94, Essen, DE;
FLUEGGE: "Metallkundliche Zusammenhänge bei perlitischen Schienenstählen"**

**STAHL UND EISEN, 90(1970) ; Manuskript des Seminarvortrages von H. Becker, 15.6.80,
"Aufbau und Eigenschaften von mikrolegierten Feinkornsbahnstählen"**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung perlitischer Schienenstähle.

Verfahren zur Wärmebehandlung von Schienenstählen, bei denen die gesamte Schiene oder nur der Schienenkopf auf Austenitisierungstemperatur erwärmt und anschließend derartig beschleunigt abgekühlt werden, daß durch Umwandlung in der unteren Perlitstufe sich ein feinlamellares perlitisches Gefüge einstellt, sind aus der Druckschrift DE-Z "Stahl und Eisen", 1970, Nr. 17, Seite 926 ff., bekannt. Ziel derartiger Wärmebehandlungsverfahren ist es, insbesondere bei Schienen mit Richtanalysen gemäß der Güte 90 A nach UIC-Merkblatt 860-V bzw. gemäß der Standardgüte nach AREA (0,60 bis 0,75% Kohlenstoff, 0,80 bis 1,30% Mangan, max. 0,50% Silizium) an der Fahrfläche der Schiene bis zu einer Tiefe von mindestens 10 mm ein feinperlitisches Gefüge einzustellen, wobei sich durch dieses feinperlitische Gefüge ein erhöhter Widerstand gegen Verschleiß und eine vier- bis sechsfach höhere Lebensdauer gegenüber nichtwärmebehandelten Schienen ergibt.

Bei diesen Verfahren beträgt die übliche Austenitisierungstemperatur 850 bis 900°C. Die Erwärmung erfolgt in einem Ofen, induktiv oder durch Brenner. Die beschleunigte Abkühlung wird durch Abschrecken in Öl oder Anblasen mit Wasserdampf, einem Wassersprühnebel oder Preßluft erreicht.

Die bei diesen Verfahren erzielten Härtewerte liegen zwischen 320 und 380 HV an der Fahrfläche. Zur Schienenkopfmitte hin fällt die Härte je nach Wärmebehandlungsverfahren allmählich oder mit steilem Übergang auf 280 bis 300 HV ab.

Derartig wärmebehandelte Schienen werden eingesetzt in Strecken mit hohem Verkehrsaufkommen, engen Kurvenradien und/oder bei Achslasten über 200 kN sowie in Weichen.

Für besonders extreme Belastungen reichen jedoch die Festigkeits- und Verschleißeigenschaften der o.a. wärmebehandelten Schienen nicht aus. Eine Festigkeitssteigerung unter Beibehaltung des angestrebten, für die Verschleißeigenschaften günstigen feinperlitischen Gefüges durch Zusatz von festigkeitssteigernden Legierungselementen wie Chrom, Mangan, Nickel und Molybdän ist nicht möglich, da bei der beschriebenen Wärmebehandlung bei Zugabe dieser Legierungselemente anstelle einer Umwandlung in der unteren Perlitstufe die Umwandlung z.T. in der Bainit- und Martensitstufe erfolgt und somit Gefüge entstehen, die sich ungünstig auf die Verschleißeigenschaften und die Bruchsicherheit auswirken.

Zwar sind aus der Literaturstelle DE-Z Technische Mitteilungen Krupp, Werksberichte, Bd. 37 (1979), H. 3, Seiten 79-87 und 89-94 hochfeste perlitische Schienenstähle bekannt, die bei einem feinkörnigen Gefüge mit geringem Lamellenabstand und geringer Dicke der Zementit- und Ferritlamellen nach Zusatz von max. 1,4% Chrom und max. 2% Nickel, bezogen auf einen Stahl mit ca. 0,75% Kohlenstoff und ca. 1% Mangan Zugfestig-

keiten bis 1350 N/mm² im naturharten — luftabgekühlten — Zustand aufweisen. Eine Steigerung dieser Festigkeit durch eine Wärmebehandlung, z.B. beschleunigte Abkühlung in das Gebiet der unteren Perlitstufe, führt jedoch zu den oben erwähnten unerwünschten Anteilen an Bainit und Martensit im Gefüge.

Aus der DE-A 2 113 418 sind Schienenstähle bekannt mit einer Analyse von:

0,2 bis 0,85 Gew.-% Kohlenstoff, 0 bis 1,5 Gew.-% Silizium, 0,5 bis 2,5 Gew.-% Mangan, max. 0,06 Gew.-% Phosphor, max. 0,06 Gew.-% Schwefel, 0 bis 1,5 Gew.-% Chrom, 0 bis 1,0 Gew.-% Nickel, 0 bis 0,6 Gew.-% Molybdän, sowie mindestens einem der folgenden Elemente 0,05 bis 0,2 Gew.-% Vanadium, 0,01 bis 0,1 Gew.-% Niob, 0,015 bis 0,1 Gew.-% Aluminium, 0,15 bis 0,3 Gew.-% Zirkon in Verbindung mit 0,003 bis 0,030 Gew.-% Stickstoff.

Diese Stähle haben ein ferritisch-perlitisches Gefüge mit einer Korngröße kleiner 8 nach A.S.T.M.-Norm.

Ihre Festigkeitswerte erreichen diese Stähle entweder nach einem Normalglühen oder nach einem kontrolliert geführten Walzprozeß, wobei der höchste in den Beispielen ausgewiesene Festigkeitswert 81 kg/mm² entsprechend ca. 795 N/mm² bzw. ca. 220 HV beträgt. Eine dem Schienenwalzen nachgeschaltete Wärmebehandlung zur Steigerung der Festigkeitswerte zumindest im Schienenkopf ist nicht vorgesehen. Wegen der relativ geringen Zugfestigkeitswerte ist die Verschleißbeständigkeit dieser Stähle bei extremen Belastungen nicht gewährleistet.

Aus der DE-C-2541978 ist ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Weichteilen aus Stählen mit einer Zusammensetzung von 0,6 bis 0,8% Kohlenstoff, 0,05 bis 0,5% Silizium und 0,8 bis 1,3% Mangan bekannt, bei dem die Lauffläche des Weichteils mittels Brenner oder Induktor auf Austenitisierungstemperatur erhitzt und anschließend mit Preßluft angeblasen wird, um sie in den Bereich der Perlitumwandlung von 650 bis 450°C abzuschrecken und nachfolgend in einer oder in mehreren Stufen mit gegenüber der ersten Stufe gedrosseltem Anblasen abzuschrecken, damit der in der Lauffläche vor der Perlitumwandlung eingestellte Temperaturbereich nicht überschritten und im Bereich der schnellsten Perlitumwandlung bis zum Abschluß der Umwandlung beibehalten wird, wonach mittels Wasser auf unter 100°C abgeschreckt wird.

Mit diesem Verfahren können in wärmebehandeltem Zustand bis zu einer Tiefe von 15 mm ab Fahrfläche Zugfestigkeitswerte bis maximal 1200 N/mm² (ca. 350 HV) erreicht werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Verfahren zur Wärmebehandlung von Schienenstählen der eingangs genannten Art so weiterzuentwickeln, daß unter Beibehaltung des feinlamellaren perlitischen Gefüges an der Schienenfahrfläche Härtewerte von > 380 HV erreicht werden, wobei die Härte auch noch in einer Tiefe von 15 mm unter der Fahrfläche oberhalb 360 HV liegen soll.

Gelöst wird diese Aufgabe durch das Verfahren gemäß Hauptanspruch. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen 2-5 zu finden.

Durch den erfindungsgemäß vorgesehenen Zusatz von Vanadium in der Größenordnung von 0,05 bis 0,20% in Verbindung mit dem vorgesehenen Stickstoffgehalt von 0,010 bis 0,025% wird insbesondere erreicht, daß nach Abschluß der Wärmebehandlung in den Ferritlamellen des feinstreifigen Perlits feindisperse Ausscheidungen von Vanadiumnitriden bzw. Vanadiumcarbonitriden vorliegen. Diese feindispersen Ausscheidungen bewirken eine Festigkeitssteigerung (Ausscheidungshärtung), die sich der Phasengrenzenhärtung durch Einstellung eines geringen Lamellenabstandes überlagert. Die Härte der erfindungsgemäß wärmebehandelten Schienen wird dadurch gegenüber einem Vanadium-freien Stahl erhöht.

Entscheidend für den erfindungsgemäßen Erfolg ist bei den Verfahrensschritten insbesondere die Kombination der gegenüber dem Stand der Technik erhöhten Austenitisierungstemperatur von 950 bis 1050°C in Verbindung mit dem erneuten Erwärmen des Schienenkopfes auf 600 bis 650°C nach Beendigung der Perlitumwandlung. Das erneute Erwärmen des Schienenkopfes führt zu einer vollständigen Ausscheidung feinsten Vanadiumcarbonitridteilchen aus der übersättigten Lösung, in der sich Vanadium, Stickstoff und Kohlenstoff nach Austenitisieren auf 950 bis 1050°C befinden. Bei der beschleunigten Abkühlung auf Temperaturen von etwa 400°C kann die Ausscheidung der Vanadiumcarbonitridteilchen nur unvollständig ablaufen; deshalb wird dabei die gewünschte Festigkeitssteigerung nur teilweise eintreten.

Sind die Vanadiumcarbide bzw. Vanadiumcarbonitride feindispers ausgeschieden, wird anschließend der Schienenkopf mittels Wasser oder anderer geeigneter Abschreckmedien schnell auf eine Temperatur unter 100°C abgekühlt.

Die Wiedererwärmung des Schienenkopfes auf 600 bis 650°C bewirkt somit eine vollständige Aushärtung durch Ausscheidung feinsten Vanadiumcarbide bzw. Vanadiumcarbonitride. Die vorherige Abkühlung des Schienenkopfes auf ca. 400°C stellt sicher, daß die Umwandlung in der Perlitstufe abgeschlossen ist und daß die nachfolgende Aushärtung mit einer hohen Keimdichte ablaufen kann.

Der erfindungsgemäß vorgesehene Zusatz von Niob in der Größenordnung von 0,02 bis 0,10% bewirkt kaum eine zusätzliche Ausscheidungshärtung. Er ist dazu bestimmt, während der austenitisierenden Erwärmung das Kornwachstum in Verbindung mit den vorgesehenen Aluminiumzusätzen von 0,010 bis 0,070% zu verhindern.

Die Merkmale der Unteransprüche stellen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung dar.

So empfiehlt es sich, gemäß Anspruch 2 eine in den einzelnen Elementen eingeschränkte Stahlanalyse zu verwenden. Zur beschleunigten

Abkühlung können gemäß Anspruch 3 der Preßluft, insbesondere in der ersten Abkühlstufe, weitere flüssige Medien, wie Wasser oder Wasserdampf beigemischt werden.

Eine wirtschaftliche Verfahrensvariante stellen die Merkmale des Anspruches 5 dar, nach dem die Schienen aus der Warmverformungshitze heraus bei Walzendtemperaturen von 950 bis 1000°C behandelt werden. Bei dieser Verfahrensvariante entfällt das Erwärmen der erkalteten Schiene auf die Austenitisierungstemperatur, wodurch Energiekosten eingespart werden. Bei dieser Verfahrensabwandlung wird zunächst der Schienenkopf durch Anblasen mit Preßluft auf feinlamellares perlitisches Gefüge gebracht, worauf nach Beendigung der Perlitumwandlung bei 400°C der Schienenkopf erneut auf 600 bis 650°C erwärmt und anschließend die gesamte Schiene (Kopf, Steg und Fuß) mittels Wasser oder anderer geeigneter Abschreckmedien auf eine Temperatur unter 100°C schnell abgekühlt wird.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren durch zwei grafische Darstellungen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 den Temperatur-Zeit-Ablauf des Wärmebehandlungsverfahrens für einen Stahl mit definierter Analyse,

Fig. 2 den Härteverlauf erfindungsgemäß wärmebehandelter Schienen im Schienenkopf in bestimmten Abständen von der Lauffläche.

In Fig. 1 sind die bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens einzustellenden Temperaturen in °C während bestimmter Verfahrensschritte A bis G in Abhängigkeit von der Zeit in Minuten für einen Schienenstahl mit einer chemischen Zusammensetzung von

0,75% C, 0,46% Si, 1,05% Mn, 0,10% V, 0,04% Nb, 0,020% Al, 0,015% N, Rest Eisen und übliche Verunreinigungen aufgetragen.

Es bedeuten Verfahrensschritte

A — Erwärmen auf Austenitisierungstemperatur

B — Halten bei Austenitisierungstemperatur

C — Schnelle Abkühlung bis zum Beginn der Perlitumwandlung

D — Gedrosselte Abkühlung auf rd. 400°C

E — Wiedererwärmen auf rd. 600°C

F — Halten bei etwa 600°C

G — Abkühlung auf etwa 100°C.

In Fig. 2 ist die Härte HV im Schienenkopf in Abhängigkeit des Abstandes in mm von der Schienenlauffläche aufgetragen, und zwar in Form eines Streubandes für erfindungsgemäß wärmebehandelte Schienen mit folgender Richtanalyse:

0,73 bis 0,80% C, 0,40 bis 0,50% Si, 0,90 bis 1,20% Mn, 0,09 bis 0,12% V, 0,03 bis 0,05% Nb, 0,015 bis 0,040% Al, 0,012 bis 0,018% N, Rest Eisen.

Der untere Bereich des Streubandes gilt für

0,73 bis 0,75% C, 0,40 bis 0,43% Si, 0,90 bis 0,95% Mn, 0,09 bis 0,10% V, 0,03 bis 0,05% Nb, 0,015 bis 0,040% Al, 0,012 bis 0,014% N.

Der obere Bereich des Streubandes gilt für

0,78 bis 0,80% C, 0,47 bis 0,50% Si, 1,15 bis 1,20% Mn, 0,11 bis 0,12% V, 0,03 bis 0,05% Nb, 0,015 bis 0,040% Al, 0,016 bis 0,018% N.

Durch die neben der Härteskala gezeichnete Zugfestigkeitsskala ist die Umrechnung der Härte HV (Härtewerte nach Vickers) in Festigkeitswerte N/mm² (N = Newton) gegeben.

Innerhalb der o.a. Richtanalyse werden bei Durchführung des erfindungsgemäßen Wärmebehandlungsverfahrens an der Schienenfahrfläche Härte- und Festigkeitswerte von 400 bis 445 HV entsprechend einer Festigkeit von 1350 bis 1500 N/mm² erreicht.

In einer Tiefe von 15 mm unter der Schienenlauf- und Fahrfläche (= Fahrfläche) liegen die Härte- und Festigkeitswerte in einem Bereich von 380 bis 425 HV weit oberhalb der geforderten Werte von 360 HV.

Der Härteverlauf der nach Fig. 1 wärmebehandelten Schiene mit der dort vorgegebenen chemischen Zusammensetzung trifft ungefähr die Mittelwerte des Streubandes nach Fig. 2.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wärmebehandlung von Schienen zur Erhöhung der Festigkeit und der Verschleißbeständigkeit unter Bildung eines feinlamellaren perlitischen Gefüges, aus Stählen mit

0,55 bis 0,82% Kohlenstoff
0,25 bis 0,50% Silizium
0,80 bis 1,30% Mangan
≤ 0,035% Phosphor
≤ 0,040% Schwefel
≤ 0,30% Chrom
≤ 0,10% Nickel
≤ 0,05% Molybdän
0,05 bis 0,20% Vanadium
0,02 bis 0,10% Niob
0,010 bis 0,025% Stickstoff
0,01 bis 0,070% Aluminium

Rest Eisen und übliche erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, bei dem zur Erhöhung der Festigkeit und der Verschleißbeständigkeit der Schienenkopf im Durchlauf in hinreichender Tiefe bis zu 50 mm mittels Brenner oder induktiv auf eine Austenitisierungstemperatur von 950 bis 1050°C erhitzt und

anschließend mit Preßluft derart abgekühlt wird, daß in einer ersten Stufe durch Anblasen mit hoher Luftmenge die Temperatur des Schienenkopfes innerhalb von 10 bis 20 s auf 650 bis 600°C vor den Bereich der Perlitumwandlung und in einer zweiten Stufe mit gegenüber der ersten Stufe gedrosseltem Anblasen im Bereich der Perlitumwandlung innerhalb von 2 bis 4 Minuten auf ca. 400°C bis zur Beendigung der Perlitumwandlung unter Bildung eines feinlamellaren perlitischen Gefüges abgesenkt wird,

wonach der Schienenkopf erneut auf 600 bis 650°C für einen Zeitraum von 4 bis 6 Minuten erwärmt und sodann mittels Wasser oder anderer geeigneter Abschreckmedien schnell auf eine Temperatur unter 100°C abgekühlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stähle mit einer Analyse von

5 0,70 bis 0,80% Kohlenstoff
0,40 bis 0,50% Silizium
0,90 bis 1,20% Mangan
≤ 0,035% Phosphor
≤ 0,040% Schwefel
10 ≤ 0,30% Chrom
≤ 0,10% Nickel
≤ 0,02% Molybdän
0,08 bis 0,12% Vanadium
0,02 bis 0,05% Niob
15 0,012 bis 0,018% Stickstoff
0,010 bis 0,050% Aluminium

Rest Eisen und übliche Verunreinigungen wärmebehandelt werden.

20 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Preßluft, insbesondere in der ersten Abkühlstufe, flüssige Medien, wie Wasser oder Wasserdampf, beige- mischt werden.

25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Austenitisierungstemperatur 950 bis 1000°C beträgt.

30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schienen aus der Warmverformungshitze heraus bei Walzendtemperaturen von 950 bis 1000°C behandelt werden, wobei zunächst der Schienenkopf durch Anblasen mit Preßluft ein feinlamellares perlitisches Gefüge erhält, nach Beendigung der Perlitumwandlung bei 400°C der Schienenkopf erneut auf 600 bis 650°C erwärmt und anschließend die gesamte Schiene (Kopf, Steg und Fuß) mittels Wasser oder anderer geeigneter Abschreckmedien schnell auf eine Temperatur unter 100°C abgekühlt wird.

Revendications

45 1. Procédé de traitement thermique de rails, pour augmenter la résistance mécanique et la résistance à l'usure en formant une structure perlitique à lamelles minces, en aciers avec

50 0,55 à 0,82% de carbone
0,25 à 0,50% de silicium
0,80 à 1,30% de manganèse
≤ 0,035% de phosphore
≤ 0,040% de Plomb
≤ 0,30% de chrome
55 ≤ 0,10% de nickel
≤ 0,05% de molybdène
0,05 à 0,20% de vanadium
0,02 à 0,10% de niobium
0,010 à 0,025% d'azote
60 0,01 à 0,070% d'aluminium

le reste étant du fer et les impuretés résultant de l'élaboration de l'acier, dans lequel, pour augmenter la résistance mécanique et la résistance à l'usure, le champignon de rail est chauffé en

continu à une profondeur suffisante jusqu'à 50 mm, au moyen de brûleurs ou par induction, à une température d'austénisation de 950 à 1050°C

et est ensuite refroidi par de l'air comprimé de manière que, dans une première étape, par soufflage de grandes quantités d'air, la température du champignon de rail soit abaissée en l'espace de 10 à 20 s, jusqu'à 650 à 600°C, avant la zone de transformation perlitique et, dans une seconde étape avec un soufflage réduit par rapport à la première étape, la température soit abaissée dans la région de la transformation perlitique, en l'espace de 2 à 4 minutes, à environ 400°C jusqu'à achèvement de la transformation perlitique en formant une structure perlitique à lamelles minces, après quoi le champignon de rail est à nouveau chauffé à 600 à 650°C pendant une durée de 4 à 6 minutes et est ensuite refroidi rapidement à une température inférieure à 100°C au moyen d'eau ou d'autres corps de refroidissement convenables.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on traite thermiquement des aciers ayant une analyse suivante:

0,70 à 0,80% de carbone
0,40 à 0,50% de silicium
0,90 à 1,20% de manganèse
≤ 0,035% de phosphore
≤ 0,040% de plomb
≤ 0,30% de chrome
≤ 0,10% de nickel
≤ 0,02% de molybdène
0,08 à 0,12% de vanadium
0,02 à 0,05% de niobium
0,012 à 0,018% d'azote
0,010 à 0,050% d'aluminium

le reste étant du fer et les impuretés usuelles.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'on mélange à l'air comprimé, en particulier dans la première étape de refroidissement, des milieux fluides tels que l'eau ou la vapeur d'eau.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la température d'austénisation est de 950 à 1000°C.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on traite les rails provenant du passage au four de formage thermique à des températures de laminage de 950 à 1000°C, le champignon de rail recevant, par soufflage à l'air comprimé, une structure perlitique à lamelles minces, on chauffe à nouveau le champignon de rail, après achèvement de la transformation perlitique, à 600 à 650°C, et on refroidit ensuite rapidement l'ensemble du rail (champignon, âme et patin) à une température inférieure à 100°C, au moyen d'eau ou d'autres milieux de refroidissement convenables.

Claims

1. A process for the thermal treatment of rails, to increase strength and resistance to wear with

the formation of a fine lamellar pearlitic structure, of steels having

5 0.55 to 0.82% carbon
0.25 to 0.50% silicon
0.80 to 1.30% manganese
≤ 0.035% phosphorus
≤ 0.040% sulphur
≤ 0.30% chromium
10 ≤ 0.10% nickel
≤ 0.05% molybdenum
0.05 to 0.20% vanadium
0.02 to 0.10% niobium
0.010 to 0.025% nitrogen
15 0.01 to 0.070% aluminium

20 residue iron and the usual impurities due to smelting, wherein for increased strength and resistance to wear the rail head is heated to an adequate depth of up to 50 mm as it passes through the furnace by means of burners or inductively to an austenitization temperature of 950 to 1050°C and then cooled with compressed air, a large quantity of which is blown on to the rail head in a first stage within 10 to 20 seconds to reduce its temperature from 650 to 600°C before the range of pearlite transformation, a smaller quantity of compressed air being applied in a second stage within 2 to 4 minutes in the range of pearlite transformation to reduce the temperature of the rail head to about 400°C until the completion of the pearlite transformation, with the formation of a fine lamellar pearlitic structure, whereafter the rail head is again heated to 600 to 650°C for a period of 4 to 6 minutes and then rapidly cooled by water or other suitable quenching media to a temperature below 100°C.

25 2. A process according to claim 1, characterized in that the steels subjected to the thermal treatment have an analysis of

40 0.70 to 0.80% carbon
0.40 to 0.50% silicon
0.90 to 1.20% manganese
45 ≤ 0.035% phosphorus
≤ 0.040% sulphur
≤ 0.30% chromium
≤ 0.10% nickel
≤ 0.02% molybdenum
50 0.08 to 0.12% vanadium
0.02 to 0.05% niobium
0.012 to 0.018% nitrogen
0.010 to 0.050% aluminium

55 residue iron and the usual impurities.

3. A process according to one of claims 1 and 2, characterized in that liquid media, such as water or steam, are admixed to the compressed air, more particularly in the first cooling stage.

60 4. A process according to one of claims 1 to 3, characterized in that the austenitization temperature is 950 to 1000°C.

5. A process according to one of claims 1 to 4, characterized in that coming from the hot deformation heat the rails are treated at final rolling

temperatures of 950 to 1000°C, compressed air first being blown on to the rail head to confer a final lamellar pearlitic structure thereon, while after completion of pearlite transformation at

400°C the rail head is again heated to 600 to 650°C, whereafter the whole rail (head, web and base) is rapidly cooled by water or other suitable quenching media to a temperature below 100°C.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

7

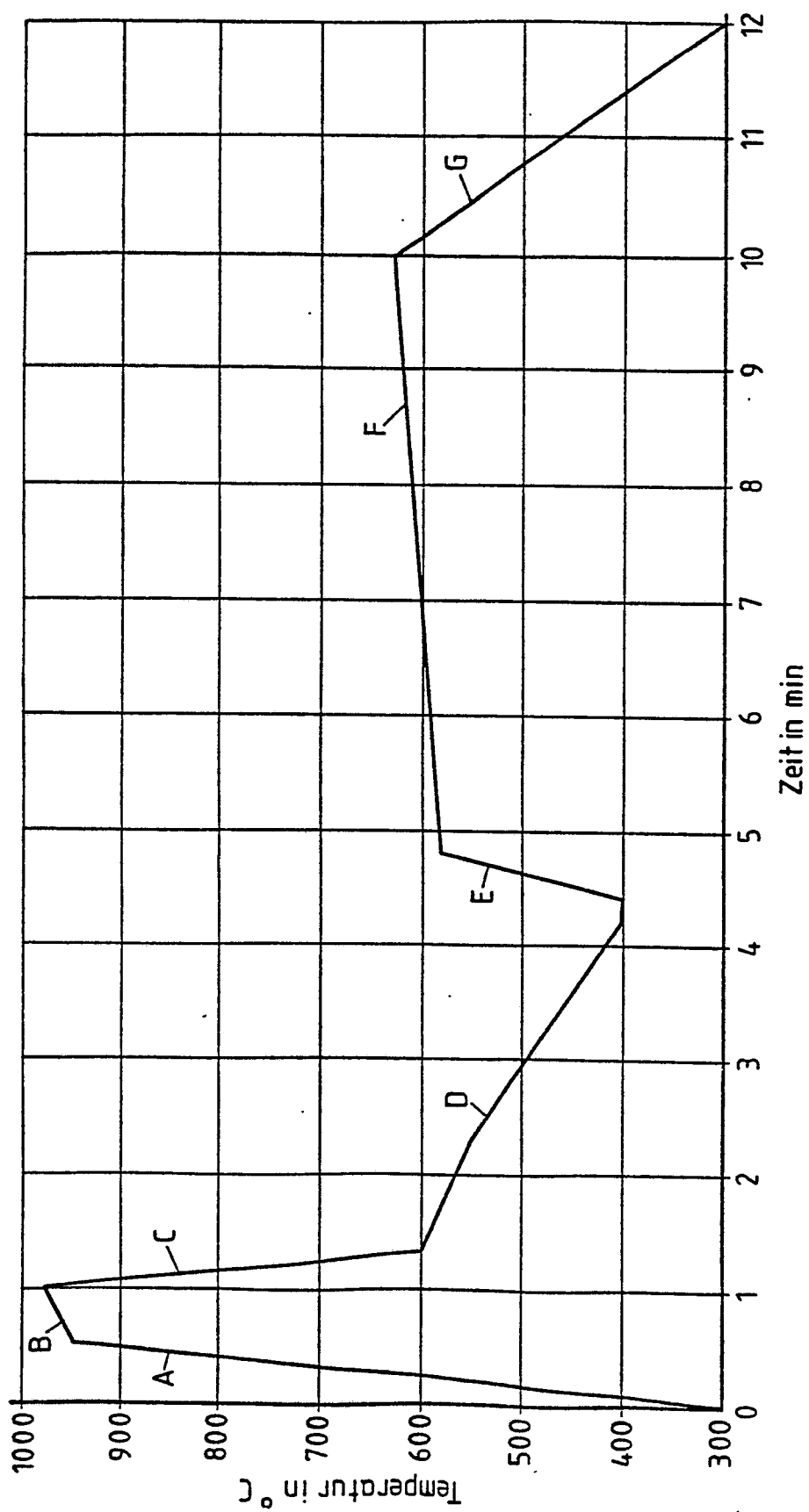


Fig. 1

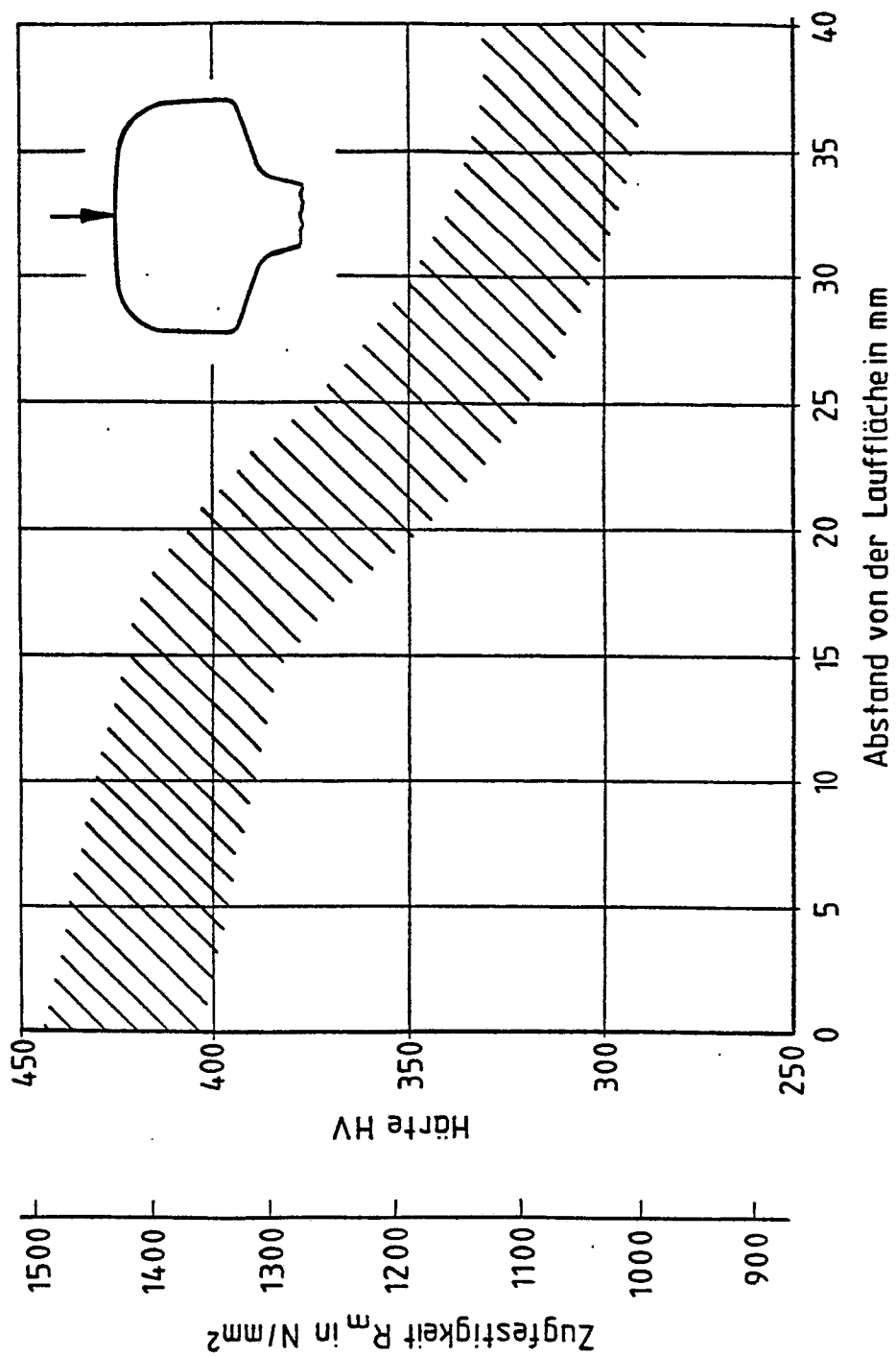


Fig.2