(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 435 968 B1**

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **09.08.95**

(51) Int. Cl.[6]: **C21D 8/02**

(21) Anmeldenummer: **90906870.2**

(22) Anmeldetag: **09.05.90**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE90/00338

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 90/13672 (15.11.90 90/26)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON COILBREAK-FREIEM WARMBAND UND ALTERUNGSBESTÄNDIGEM FEUERVERZINKTEM KALTBAND.**

(30) Priorität: **09.05.89 DE 3915445**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.07.91 Patentblatt 91/28

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.08.95 Patentblatt 95/32

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 231 864
EP-A- 0 308 751
DE-C- 3 803 064
FR-A- 2 117 866
US-A- 3 947 293
US-A- 4 331 488

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Vol. 7, No. 11 (C-145) (1156), 18. Januar 1983; &JP-A-57169022 (Sumitomo Kinzoku Kogyo) 18. Oktober 1982

(73) Patentinhaber: **Preussag Stahl Aktiengesellschaft**
Gerhard-Lukas-Meyer-Strasse 10
D-31226 Peine (DE)

(72) Erfinder: **FREIER, Klaus**
Marienburgwe 65
D-3340 Wolfenbüttel (DE)
Erfinder: **HUFENBACH, Klaus-Dieter**
Günne 9
D-3320 Salzgitter 1 (DE)
Erfinder: **HUSSY, Stefan**
Am Bergfeld 5
D-3150 Peine-Berkum (DE)
Erfinder: **ZIMNIK, Walter**
Salzdahlumer Str. 60
D-3340 Wolfenbüttel (DE)

(74) Vertreter: **Lüdtke, Frank et al**
Preussag AG
Patente und Lizenzen
Postfach 61 02 09
D-30602 Hannover (DE)

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

EP 0 435 968 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Stahlband.

Unter bestimmten Verformungsbedingungen, wie sie z. B. beim Abhaspeln oder Richten von Warmband vorliegen können, neigen Bänder aus weichem Stahl mit niedrigem Kohlenstoff- und Mangangehalt zur Bildung von Fließfiguren. Dabei treten auf der Bandoberfläche Linien auf, die quer zur Zugrichtung, also quer zur Walzrichtung verlaufen. Diese Linien sind Unregelmäßigkeiten in der Warmbanddicke, die von leichten Schatten auf der Warmbandoberfläche bis zu schweren Knicken reichen. Sie werden im allgemeinen als Coilbreaks bezeichnet, weil sie unter bestimmten Voraussetzungen nur während des Abwickelvorganges des zu Coils aufgehaspelten Warmbandes bei dessen Weiterverarbeitung auftreten. Bei Abwickelanlagen, die ungebremst oder ohne ausreichenden Zug arbeiten, kann das abzuwickelnde Warmband zwischen Abrollanlage und den Einführungsrollen einer Verarbeitungsanlage sowohl in großem Bogen als auch in engem Bogen ablaufen, je nachdem ob es voreilt oder zurückbleibt. Insbesondere beim Ablauf in kleinem Bogen und bei häufigem Wechsel zwischen Voreilen und Rückbleiben, welches zu starken Schlägen im Band führt, treten Coilbreaks als schwerwiegende Beschädigungen der Bandoberfläche auf. Schnelles Abhaspeln hat ein besonders starkes Schlagen und dementsprechend starke Coilbreaks zur Folge.

Außerdem können Coilbreaks zwischen den Richtrollen entstehen. Durch das sinusartige fortlaufende Biegen des Bandes wird die Spannung in den verschiedenen Band-Abschnitten ungleichmäßig verteilt, so daß ein Fließen bei unterschiedlichen Belastungen einsetzen kann.

Coilbreaks sind durch ein nachträgliches Richten, Biegen, Beizen oder Dressieren nicht mehr zu beseitigen. Die Neigung zu Coilbreaks nimmt zu, je weicher, dünner und schmaler das abzuwickelnde Warmband ist. Gleiches gilt auch für kleiner werdende Coildurchmesser.

Es ist bekannt, daß Fließfiguren bei sogenannten Dualphasen-Stählen nicht auftreten, weil diese Stähle keine ausgeprägte Streckgrenze (keine Streckgrenzendehnung) aufweisen. Es ist ferner bekannt, daß ein Dressieren ebenfalls die ausgeprägte Streckgrenze beseitigen kann, wodurch das Auftreten von Fließlinien vermieden wird. Diese Maßnahmen sind z. B. angegeben in Werkstoffkunde Stahl, Band 2, Seiten 97, 86, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York-Tokyo, 1985, Verlag Stahl Eisen mbH, Düsseldorf.

Aus einer Untersuchung des Alterungsverhaltens weicher Stähle ist andererseits bekannt, daß das Dressieren zur Beseitigung ausgeprägter Maxima und Minima der Streckgrenze keine dauerhafte Maßnahme zur Vermeidung von Coilbreaks sein kann, da mit zunehmender Lagerzeit schon bei Raumtemperatur die ausgeprägte Streckgrenze wieder erscheint (siehe Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1955, Seite 72).

Es ist weiterhin bekannt, einen alterungsfreien, kaltgewalzten Bandstahl mit guten Umformeigenschaften für eine spätere metallische Beschichtung im Schmelzbad auszulegen, der unter anderem

0,015 - 0,04 % C
max. 0,04 % Mn
0,02 - 0,05 % S
max. 0,01 % N

und Titangehalte von etwa 0,1 bis 0,4 % in Abhängigkeit von den hohen Schwefelgehalten sowie den Kohlenstoff- und Stickstoffgehalten, die vollständig abgebunden werden müssen, aufweist (EP-A2-0 231 864) .

In Technische Berichte, Thyssen Stahl AG, Heft 2/89, Seite 197-211 wird ausführlich über die Entwicklung feuerverzinkter, höherfester Stähle mit guter Kaltumformbarkeit berichtet. Insbesondere wird die Möglichkeit des Dressierens des feuerverzinkten Bandes für die vorübergehende, nicht dauerbeständige Konditionierung hinsichtlich Coilbreaks erwähnt. Im Hinblick auf die Alterungsbeständigkeit wird der negative Einfluß von:

- N, der durch Bildung von Aluminiumnitrid vermeidbar sei sowie
- hoher Haspeltemperatur,
- Abschreckalterung durch die Feuerverzinkung aufgrund des Kohlenstoffgehaltes beschrieben.

Versuche mit Niob, Titan und Phosphor als Legierungselemente mit Gehalten bis 0,1 % sowie C-Gehalten unter 0,1 % für Stähle mit einer oberen Streckgrenze von max. etwa 350 N/mm^2 hätten ergeben, daß Titan im Gegensatz zu Niob nicht die erwünschte keimbildende Wirkung für interstitiell gelösten Kohlenstoff habe. Daher wurde empfohlen, diese Stähle einer Überalterungsbehandlung im Haubenglühofen bei 200 bis 300 °C zu unterwerfen, um sie alterungsbeständiger zu machen.

Bekannt ist weiterhin, daß bei IF-Stählen Kohlenstoff und Stickstoff durch Zusätze von Niob und/oder Titan in Gehalten von etwa 0,1 % stabil abgebunden werden können und der Stahl dadurch alterungsbeständig wird.

Alle diese verfahren oder Stähle sind relativ teuer wegen hoher Titan- oder Niobgehalte bzw. wegen zusätzlicher Verfahrensschritte.

Aus DE 38 03 064 C1 ist bekannt ein Stahlband mit der Zusammensetzung in Gew. %:

0,001 - 0,06 % Kohlenstoff
0,01 - 0,40 % Silizium
0,10 - 0,80 % Mangan
0,005 - 0,08 % Phosphor
0,005 - 0,02 % Schwefel
max. 0,009 % Stickstoff
0,015 - 0,08 % Aluminium
0,01 - 0,,04 % Titan
max. 0,15 % von einem oder mehreren der Elemente Kupfer, Vanadium, Nickel
Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen

aus im Strang vergossenen Brammen von 210 mm Dicke durch Erwärmung im Stoßofen auf 1250 °C und Walzen auf 3 mm Dicke herzustellen. Die Walzendtemperaturen betragen zum Beispiel 860, 870, 880, 890 und 900 °C.

Das Band wurde gehaspelt. die Haspeltemperaturen betrugen zum Beispiel 490, 500, 450, 430, 710 und 500 °C.

Danach wurde auf Raumtemperatur gekühlt, und nach Beizen wurden Bänder durch Kaltwalzen in unterschiedlichen Stufen von 10 % bis zu 80 % auf Feinblechdicke reduziert und erneut gehaspelt. Das Bund wurde im Haubenglühofen auf 700 °C erwärmt, mit einem Durchsatz von 1.1 t/h bis 1.9 t/h verkristallisierend geglüht und anschließend im Ofen auf 120 °C abgekühlt.

Danach wurde das Band dressiert, um bei der anschließenden Konfektionierung zu Blechtafeln das Auftreten von Fließfiguren (Coilbreaks) zu vermeiden. Dieses Material ist nicht alterungsbeständig.

Aufgabe der Erfindung ist es von daher, ein Verfahren zur Herstellung von weichem coilbreak-freien Stahlband mit zeitlich beständiger Streckgrenzendehnung und mit guten mechanischen Eigenschaften bei geringstmöglichem Verbrauch an Legierungselementen anzugeben sowie ein Verfahren zur Herstellung eines feuerverzinkten Stahlbandes, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

Die Lösung dieser Aufgabe ist in Anspruch 1 angegeben. Die Unteransprüche geben zweckmäßige Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Verfahren an.

Das erfindungsgemäße Herstellverfahren für das Warmband sieht vor, zur Vergleichmäßigung der Streckgrenzendehnung einen definierten Titangehalt im Stahl, der folgende Analysenwerte in Gew. % aufweist, einzustellen:

C	0,02 - 0,08 %
Si	0,01 - 0,40 %
Mn	0,05 - 1,00 %
P	0,002 - 0,025 %
S	0,001 - 0,015 %
Al	0,015 - 0,080 %
N	≦ 0,0080 %
Ti	>0,04 - 0,080 %

Rest Eisen und unvermeidliche Verunreinigungen, wobei der Stahl im stranggußverfahren zu Brammen vergossen wird und dann aus einer von Raumtemperatur auf über 1100 °C erwärmten Bramme, zu 2 bis 6 mm dickem Warmband bei Temperaturen oberhalb des Ar_3-Punktes fertigzuwalzen, bei Temperaturen von 550 bis 400 °C zu haspeln. Das Warmband weist eine zeitlich nahezu konstante Streckgrenze von kleiner als 350 N/mm^2 im walzfrischen Zustand und nach längerer Auslagerung auf.

Der Titangehalt des Stahls zur Herstellung von coilbreak-freiem Stahlband mit zeitlich beständiger Streckgrenzendehnung wird erfindungsgemäß so eingestellt, daß er größer ist, als zur Abbindung von Stickstoff, aber weniger als zur zusätzlichen Abbindung von Kohlenstoff stöchiometrisch notwendig ist.

Die konkrete Ursache für die vorteilhafte Wirkung der Titankomposition im Zusammenhang mit den übrigen Legierungselementen bei der Erzeugung eines Bandes nach dem angegebenen Verfahren ist nicht in letzter Konsequenz bekannt. Klar ist jedoch aus der Literatur, daß während der Stahlerschmelzung der Stickstoff vollständig abgebunden wird, so daß bei der Brammenerwärmung auf mindestens 1100 °C und während des anschließenden Warmwalzens sich daher keine ausscheidungshärtenden Titannitride bilden können, was sonst zu unerwünschten Festigkeitssteigerungen des weichen Stahlbandes führen würde.

Der Kohlenstoff wird dagegen mit der restlichen Titanmenge nur teilweise abgebunden; der restliche Kohlenstoff wird offensichtlich in Lösung gehalten. Durch die erfindungsgemäße Behandlung und Titandosierung kann wahrscheinlich eine erhebliche Verzögerung der Diffusionsgeschwindigkeit des Kohlenstoffes erreicht werden.

Eine Zugabe von Niob und/oder Vanadin als Legierungselement hätte zwar auch eine Stickstoffabbindung im Stahl erbracht, jedoch nur unter Inkaufnahme einer erheblichen Verfestigung des Stahlbandes.

Völlig überraschend also wurde gefunden, daß bei Warmband aus weichem Stahl, der zur Bildung einer ausgeprägten Streckgrenze neigt, es nicht darauf ankommt, wie bisher angenommen wurde, die Streckgrenzendehnung z. B. durch höheres Legieren des Stahles oder Dressieren des Bandes zu vermeiden bzw. zu ändern.

Vielmehr kommt es erfindungsgemäß darauf an, daß das Warmband bei Bestehen einer ausgeprägten Streckgrenze eine möglichst gleichmäßige Streckgrenzendehnung aufweist, beziehungsweise im Spannungs-Dehnungs-Diagramm oder Kraft-Verlängerungs-Diagramm im Bereich der Streckgrenzendehnung die Spannung keine alternierenden Maxima und Minima, also einen möglichst glatten Verlauf hat. Damit wird das bisher bestehende Vorurteil überwunden, daß es zur Vermeidung von Fließfiguren oder Coilbreaks notwendig sei, das Auftreten einer ausgeprägten Streckgrenze zu vermeiden. Das erfindungsgemäße Warmband bleibt auch bei längerer kalter oder warmer Auslagerung coilbreak-frei, weist gute mechanische Eigenschaften auf und kann bei geringem Verbrauch an Legierungselementen hergestellt werden.

Diese Erkenntnisse aus der Herstellung von coilbreak-freiem Warmband können erfindungsgemäß bei der Herstellung von alterungsbeständigem feuerverzinktem Kaltband genutzt werden.

Unter Feuerverzinkung wird im folgenden die metallische Schmelzbad-Beschichtung von Stahlband mit Zink und dessen Mischungen wie Galfan und Galvalume verstanden. Galfan und Galvalume sind geschützte Marken der ILZRO, New York.

Praxisversuche haben gezeigt, daß die Probleme nach dem Stand der Technik bei der Herstellung von feuerverzinktem Band durch die Verwendung des angegebenen Stahles gelöst werden, wenn die angegebenen Arbeitsschritte und Glühtemperaturen während des Verzinkungsprozesses eingehalten werden. Dabei werden Durchlaufgeschwindigkeiten für das Band eingestellt, die um ca. 30-40 % langsamer sind als die Durchlaufgeschwindigkeiten im Glühofen für Titan-freie Stähle. Derartige Durchlaufgeschwindigkeiten wie sie bei der Erfindung angewendet werden, werden im angegebenen Temperaturbereich normalerweise auch für die IF-Stähle angewendet.

Aufgrund der durch die beschriebene Behandlung erreichten zeitlich beständigen Streckgrenzendehnung, ohne alternierende Minima und Maxima im Kraftverlauf, weist das Warmband praktisch keine Alterungserscheinungen auf. Überraschend wurde festgestellt, daß auch die nachfolgenden Behandlungsschritte Kaltwalzen mit z. B. etwa 50 bis 90 % Umformgrad keinen negativen Einfluß auf die Streckgrenzendehnung hat, sofern die rekristallisierende Glühung im Durchlaufofen vor dem Verzinkungsbad eine vollständige Rekristallisation des Gefüges im Stahlband erbringt. Die Abschreckung des Bandes direkt hinter dem Verzinkungsbad führt zunächst einer ausgeprägten Streckgrenzendehnung mit alternierenden Minima und Maxima im Kraftverlauf. Anschließend wird dieses Band zur Ausbildung einer gewünschten Oberflächenrauheit und gegebenenfalls besserer Bandebenheit dressiert und gegebenenfalls streckgerichtet, z. B. mit 0,5 bis 2 % Umformgrad. Dadurch wird der Kraftverlauf im Streckgrenzendehnungsbereich wieder homogenisiert. Der Kraftverlauf bleibt nach Alterung erhalten.

Mit diesem Verfahren läßt sich also ein alterungsfreies und fließfigurenfreies feuerverzinktes Feinblech herstellen.

Beispiele für das erfindungsgemäß hergestellte coilbreak-freie Stahlband und Vergleichsbänder werden anhand der in Tabelle 1 nach Zusammensetzung (Auszug aus der Schmelzanalyse), Endwalztemperatur und Haspeltemperatur charakterisierten Warmbandproben dargestellt.

Tabelle 2 zeigt die für das Warmband U2 mit 2,9 mm Dicke in walzfrischem Zustand gemessenen mechanischen Eigenschaften, wobei die Proben an verschiedenen Stellen (Probenlage) des Warmbandes entnommen wurde. Es bedeuten:

B 1/4 der Warmbandlänge R_{eH} obere Streckgrenze
M 1/2 der Warmbandlänge R_m Zugfestigkeit
G 3/4 der Warmbandlänge
E Ende des Warmbandes

Tabelle 3 zeigt weitere technologische Werte für erfindungsgemäß hergestelltes Warmband unterschiedlicher Dicke, gehaspelt bei unterschiedlichen Temperaturen.

In der Regel wird das Stahlband nach Abkühlung im Coil an ruhender Luft in relativ walzfrischem Zustand zu Kaltband weiterverarbeitet oder als Warmband konfektioniert bzw. zu Schneid-, Stanz- oder Biegeteilen nach Abcoilung maschinell zugerichtet. Wie eingangs beschrieben, lassen sich Coilbreaks dabei

vermeiden, wenn das Warmband zuvor dressiert oder ein spezielles zusätzliches, und damit kostenaufwendiges, Umwickelverfahren mit Hilfe eines sogenannten McKay-Rollensystemes, mit dem bewußt minimale, technisch unwirksame Coilbreaks erzeugt werden können, angewendet wurde.

Kritisch wird die Verarbeitung derartiger Bänder dann, wenn diese über längere Zeit z. B. drei bis zwölf Monate gelagert wurden, bevor sie weiterverarbeitet werden. Es entstehen dann wiederum Coilbreaks. Aus diesem Grunde wurden die erfindungsgemäß hergestellten Stahlbänder zwei Prüfungen unter Praxisbedingungen unterzogen.

Für einige der in den Tabellen angegebenen Warmbandproben wurden nur die Kraft-Verlängerungs-Diagramme für den Ausgangszustand der Warmbandprobe und für weitere auch die nach künstlicher Alterung aufgenommen. In den Kraft-Verlängerungs-Diagrammen ist auf der Abszisse die Verlängerung, auf der Ordinate die Kraft aufgetragen. Die Alterung erfolgte auf künstlichem Weg durch Auslagerung des Probenmaterials bei 250 °C für 8 Stunden.

Es zeigen:

- Fig. 1 die gemessenen Kraft-Verlängerungs-Diagramme der Warmbandprobe Z im Ausgangszustand (linkes Teilbild) und im Zustand nach Auslagerung (rechtes Teilbild);
- Fig. 2 die gemessenen Kraft-Verlängerungs-Diagramme der Warmbandprobe Y im Ausgangszustand (linkes Teilbild) und im Zustand nach Auslagerung (rechtes Teilbild);
- Fig. 3 die gemessenen Kraft-Verlängerungs-Diagramme der Warmbandprobe X im Ausgangszustand (linkes Teilbild) und im Zustand nach Auslagerung (rechtes Teilbild);
- Fig. 4 die gemessenen Kraft-Verlängerungs-Diagramme der Warmbandprobe W im Ausgangszustand (linkes Teilbild) und im Zustand nach Auslagerung (rechtes Teilbild);
- Fig. 5 die gemessenen Kraft-Verlängerungs-Diagramme der Warmbandprobe V im Ausgangszustand (linkes Teilbild) und im Zustand nach Auslagerung (rechtes Teilbild);
- Fig. 6 die gemessenen Kraft-Verlängerungs-Diagramme der Warmbandprobe U1 im Ausgangszustand (linkes Teilbild) und im Zustand nach Auslagerung (rechtes Teilbild);
- Fig. 7 die gemessenen Kraft-Verlängerungs-Diagramme der Warmbandprobe U2 im Ausgangszustand (linkes Teilbild) und im Zustand nach Auslagerung (rechtes Teilbild) für die Probenlagen B, M, G und E.

Die in Figur 1 und 2 dargestellten Kraft-Verlängerungs-Diagramme für die als Vergleichsbeispiel gedachten Warmbandproben Z und Y aus einem herkömmlichen Stahl zeigen, sowohl im Ausgangszustand wie nach Auslagerung, ausgeprägte Streckgrenzendehnungen mit stark ungleichmäßigem Verlauf. Ein Vergleich zwischen den Warmbandproben Z und Y zeigt, daß eine niedrige Haspeltemperatur allein nicht zu einer Vergleichmäßigung der Streckgrenzendehnung führt.

Die in Figur 3 bis 6 dargestellten Kraft-Verlängerungs-Diagramme für die hergestellten Warmbandproben X, W, V und U1, die von 0,01 Gew.% bis 0,04 Gew.% ansteigende Titangehalte aufweisen, zeigen, daß mit zunehmendem Titangehalt bei relativ niedriger Haspeltemperatur eine wesentliche Vergleichmäßigung des Kraftverlaufes im Bereich der Streckgrenzendehnung erreicht wird.

Die qualitative Darstellung zeigt deutlich, daß erst ab 0,03 % Titan (Fig. 5) eine Streckgrenzendehnung ohne ausgeprägte Maxima und Minima in alternierender Folge erreicht wird.

Ein derart stetiger Kraftverlauf sowohl im walzfrischen als auch im gealterten Zustand undressierter Bänder war bisher vollkommen unbekannt.

Ein gleiches Verhalten zeigten die Warmbänder mit 0,04 bis 0,05 Gew.% Ti aus den Schmelzen T-Q mit Dicken von 2,09 bis 4,20 mm bei annähernd gleichen Endwalztemperaturen von 870-880 °C und Haspeltemperaturen von 490 bis 535 °C während die Proben V, U1, U2 bei 450 bzw. 430 °C gehaspelt wurden. Trotz variierender C-, Ti-, N-Gehalte lag die Streckgrenze bei ca. 300 ± 20 N/mm^2, die Zugfestigkeit bei etwa 390 ± 15 N/mm^2. Eine teilweise vorgenommene Alterung veränderte die Werte kaum und die Bänder ließen sich hervorragend verarbeiten, ohne Coilbreaks zu zeigen.

Wie in Figur 7 dargestellt, tritt die Vergleichmäßigung der Streckgrenzendehnung bei allen untersuchten Probenlagen auf. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, werden in allen Probenlagen bei einem Stahl mit 0,033 Gew.% Kohlenstoff, 0,20 Gew.% Mangan und 0,04 Gew.% Titan sowie eine Haspeltemperatur von 450 °C nach dem erfindungsgemäßen Verfahren Streckgrenzen- und Zugfestigkeitswerte erreicht, die denen der bekannten weichen, nicht mikrolegierten Güten nach US-Norm SAE 1006/1008 entsprechen. Zudem zeichnet sich dieses Material durch hohe Dehnungswerte von etwa 45% (A_5-Normprobe) aus.

Aus diesem Band wurden Ölfilterdeckel hergestellt, die eine derart plane Oberfläche hatten, daß sie nicht nachgearbeitet zu werden brauchten. Außerdem können aus dem coilbreak-freien Warmband vorteilhaft Umformteile hergestellt werden, deren Oberfläche erhöhten Anforderungen genügen muß.

Anhand von weiteren Beispielen wird die erfindungsgemäße Herstellung von alterungsbeständigem feuerverzinkten Feinblech näher erläutert.

Tabelle 4 zeigt einen Analysenauszug für den Stahl N und den erfindungsgemäßen Stahl L sowie vergleichsweise für die Titan-freien Stähle P, K und einen IF-Stahl O.

Tabelle 5 zeigt eine graphische Darstellung der Streckgrenzen für die verzinkten Güten P, O, N vor und nach sechsmonatiger Alterung und konkrete Einzelwerte für Bänder aus den Stählen K, L vor und nach dreimonatiger Alterung.

Tabelle 6 zeigt Vergleichsparameter der Stähle L, K für walzfrisches verzinktes Kaltband und einen Zustand nach dreimonatiger Alterung.

Tabelle 7 zeigt die Temperaturen im Ofen und am Band im Verlauf eines Verzinkungsprozesses.

Weiterhin zeigen

Fig. 8 ein Kraft-Verlängerungs-Diagramm eines frisch verzinkten, eines dressierten und eines gealterten Stahlbandes L,

Fig. 9 ein Kraft-Verlängerungs-Diagramm eines gealterten feuerverzinkten Stahlbandes K.

Während das erfindungsgemäß verzinkte Band L direkt nach dem Feuerverzinken eine Streckgrenze von 298 N/mm^2 hat und nach dreimonatiger Außenlagerung sich kaum verändert (302 N/mm^2) zeigt das gleichfalls ausgelagerte Vergleichsband K einen Streckgrenzenanstieg von 231 auf 309 N/mm^2.

Sehr deutlich wird der Effekt der Erfindung auch an den Darstellungen in Figur 8 und 9.

In beiden Figuren ist der auf der Abszisse die Verlängerung und auf der Ordinate die Kraft aufgetragen.

Links in Figur 8 ist der Kraftverlauf für ein feuerverzinktes undressiertes Band L, in der Mitte nach einem Dressiergrad von 0,7 % und rechts nach dreimonatiger Auslagerung dargestellt.

Der homogene Kraftverlauf nach dem Dressieren bleibt bei dem erfindungsgemäßen Band erhalten, so daß keine störenden Fließfiguren nach der Verarbeitung erkennbar werden.

Im Gegensatz dazu zeigt Figur 9 für das verzinkte Band der Güte K nach dreimonatiger Auslagerung einen inhomogenen Kraftverlauf im Bereich der Streckgrenze, der sich am aus dem Band hergestellten Teil nach der Blechverarbeitung dauerhaft in Form von Coilbreaklinien bemerkbar macht.

Tabelle 6 zeigt auch anschaulich, daß das gute Umformverhalten (A_{80}-Dehnung) beim erfindungsgemäßen Stahl praktisch erhalten bleibt. Die Dehnung nimmt bei dem Band L um 1,5 %Punkte ab, während für den Stahl K eine um 6,6 %Punkte geringere Dehnung nach Alterung festzustellen ist.

Der Fertigungsprozeß soll am Beispiel des Stahles L verdeutlicht werden.

Im Sauerstoffaufblasverfahren wurde der erfindungsgemäße Stahl L (Analyse siehe Tabelle 4) mit 0,06 % Titangehalt erschmolzen und anschließend im Strang vergossen. Eine abgetrennte Bramme wurde von Raumtemperatur auf 1220 °C erwärmt und mit einer Endwalztemperatur (T_{we}) von 870 °C zu Warmband von 4 mm Dicke ausgewalzt und nach einer Wasserabkühlung bei 520 °C (T_{Ha}) gehaspelt.

Nach Abkühlung an ruhender Luft wurde das Coil mit 70 % Umformgrad zu einem Band von 1,2 mm Dicke und 1175 mm Breite ausgewalzt, nachdem es zuvor gebeizt wurde. Das Kaltband wurde dann mit einer Geschwindigkeit von 41 m/min. entsprechend 27,3 t/h Durchsatzmenge, im Durchlaufglühofen vor dem Verzinkungsbad auf 690 °C vorgewärmt und in der Glühzone (siehe Tabelle 7) bei 900 °C rekristallisierend geglüht.

Im Rüsselbereich vor Badeinlauf hatte das Band noch eine Temperatur von 510 °C. Bei dieser Temperatur wurde es durch das Verzinkungsbad (460 °C) gezogen und anschließend abgeschreckt.

Am Ende der Verzinkungslinie erhielt das Band die gewünschte Oberflächenrauheit durch ein leichtes Dressieren mit 0,7 % Umformgrad.

Die so behandelten feuerverzinkten Bänder können für Umformteile wie z. B. Sitzrahmen von PKW und Zierblenden verwendet werden.

Tabelle 1

Schmelzen/ Warmbänder	Chemische Zusammensetzung in Gewichts-% (Analysenauszug)								Endwalz-temp. °C	Haspel-temp. °C	Figur
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti			
Z	0,032	0,01	0,23	0,012	0,010	0,035	0,0036	-	890	700	1
Y	0,042	0,03	0,30	0,011	0,005	0,045	0,0040	-	895	520	2
X	0,046	0,02	0,17	0,009	0,011	0,022	0,0025	0,01	860	490	3
W	0,044	0,03	0,25	0,013	0,005	0,054	0,0032	0,02	870	500	4
V	0,048	0,03	0,24	0,014	0,006	0,051	0,0034	0,03	880	450	5
U1	0,033	0,03	0,20	0,012	0,005	0,078	0,0050	0,04	890	430	6
U2	0,033	0,03	0,20	0,012	0,005	0,078	0,0050	0,04	860	450	7
T1	0,026	0,03	0,18	0,009	0,009	0,033	0,0055	0,04	880	500	
T2	0,026	0,03	0,18	0,009	0,009	0,033	0,0055	0,04	880	520	
S	0,030	0,02	0,19	0,009	0,005	0,053	0,0052	0,05	870	490	
R1	0,030	0,03	0,19	0,011	0,008	0,037	0,0046	0,04	880	500	
R2	0,030	0,03	0,19	0,011	0,008	0,037	0,0046	0,04	880	520	
Q	0,040	0,03	0,20	0,011	0,004	0,045	0,0043	0,04	880	535	

Tabelle 2

Warmband/ Schmelze	Probenlage	R_{eH} N/mm^2	R_m N/mm^2	Fig.	Bemerkung
U2	B	286	385	7	walzfrisch, Banddicke 2,9 mm
	M	274	382	7	
	G	284	389	7	
	E	319	407	7	

Tabelle 3

Warmband/ Schmelze	R_{eH} N/mm^2	R_m N/mm^2	Banddicke mm
T1	314	374	2,09
T2	288	378	2,10
S	312	386	3,10
R1	308	384	4,10
R2	314	374	4,20
Q	311	385	4,10

Tabelle 4

Auszugswerte der Analyse (in Gewichtsprozent)

Stahl/ Schmelze	C %	Mn %	P %	S %	Al %	N %	Ti %
P	max. 0,010	0,15-0,18	max.0,015	max.0,012	max.0,025	max.0,0045	-
O	0,008	0,08-0,01	max.0,013	max.0,006	0,042-0,062	max.0,0045	0,10-0,11
N	0,004-0,02	0,05-0,50	0,002-0,025	0,001-0,015	0,015-0,008	max.0,0080	0,02-0,04
L	0,03	0,18	0,007	0,010	0,054	0,0047	0,06
K	0,02	0,21	0,009	0,006	0,045	0,0040	-

Tabelle 5

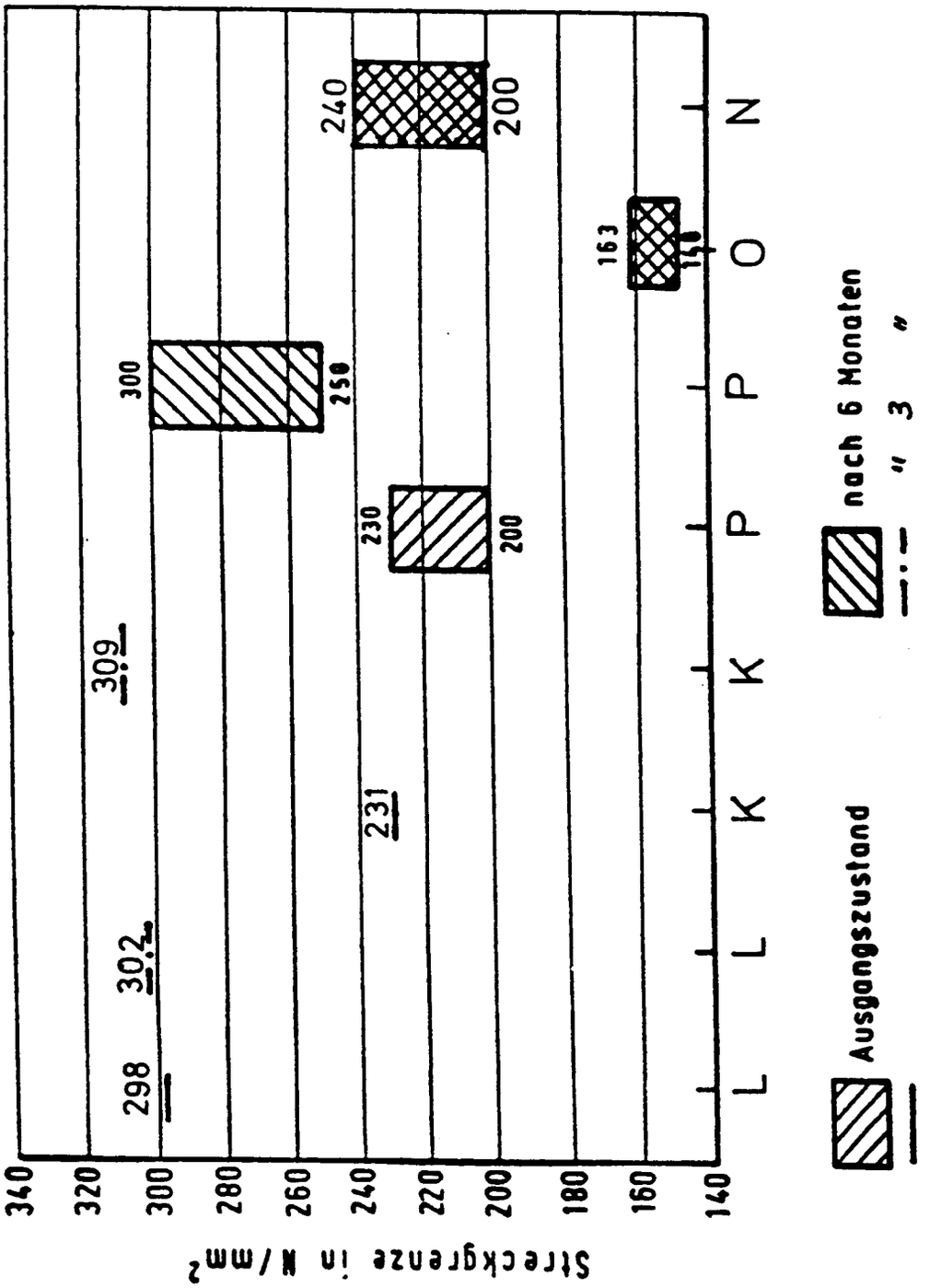

Streckgrenze in N/mm²
340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
L L K K P P O N
298
302
309
231
300
250
230
200
240
200
163
150
Ausgangszustand
nach 6 Monaten
" 3 "

Tabelle 6

Stahl	Warmband		
	T_{WE} °C	T_{HA} °C	Dicke mm
L	870	520	4,0
K	870	720	2,1

	Kaltband frisch verzinkt				nach Auslagerung		
	Dicke mm	R_{eH} N/mm^2	R_m N/mm^2	A_{80} %	R_{eH} N/mm^2	R_m N/mm^2	A_{80} %
L	1,20	298	375	34,1	302	362	32,6
K	0,63	231	338	37,7	309	341	31,1

Tabelle 7

Feuerverzinkungsanlage (Temperaturen in °C)			
		Ofen	Band
1. Vorwärmzone		1190 - 1280	
2. Zwischenzone		680 - 700	690
3. Glühofen	Zone 1	880 - 920	
	Zone 2	900 - 940	
	Zone 3	900 - 940	
	Zone 4	910 - 940	
	Zone 5	910 - 940	
	Zone 6	920 - 920	
4. Auslaufzone		880 - 910	900
5. Rüsselzone		500 - 540	510
6. Verzinkungsbad		450 - 460	460

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von coilbreak-freiem Stahlband von 2 bis 6 mm Dicke mit einer Streckgrenze von weniger als 350 N/mm^2 mit zeitlich beständiger Streckgrenzendehnung ohne alternierende Minima und Maxima, hergestellt aus Stahl folgender Zusammensetzung in Gewichtsprozenten:

C	0,02 - 0,08 %
Si	0,01 - 0,40 %
Mn	0,05 - 1,00 %
P	0,002 - 0,025 %
S	0,001 - 0,015 %
Al	0,015 - 0,080 %
N	≦ 0,0080 %
Ti	>0,04 - 0,080 %

Rest Eisen und unvermeidliche Verunreinigungen, der im Strang vergossen, eine abgetrennte Bramme von etwa Raumtemperatur auf mindestens 1100 °C erwärmt, dann bei Temperaturen oberhalb des Ar_3-Punktes zu Warmband fertiggewalzt und schließlich im Temperaturbereich von 550 bis 400 °C gehaspelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Titangehalt des Stahles auf mindestens der zur Abbindung des Stickstoffes und weniger als zur zusätzlichen vollständigen Abbindung des Kohlenstoffes stöchiometrisch notwendigen Menge eingestellt wird.

3. Verwendung eines Stahlbandes nach einem der Ansprüche 1 oder 2, zur Herstellung eines feuerverzinkten Bandes durch Beizen, Kaltwalzen und rekristallisierendes Durchlaufglühen bei Ofentemperaturen von 800 bis 940 °C sowie anschließendes Feuerverzinken und Dressieren mit 0,5 bis 2 % Umformgrad.

Claims

1. Method of producing a coilbreak-free strip of steel, having a thickness of between 2 and 6 mm and a yield point of less than 350 N/mm^2, with a durable yield point expansion without alternating minima and maxima, produced from steel of the following composition in percentages by weight:

C	0.02 - 0.08 %
Si	0.01 - 0.40 %
Mn	0.05 - 1.00 %
P	0.002 - 0.025 %
S	0.001 - 0.015 %
Al	0.015 - 0.080 %
N	≦ 0.0080 %
Ti	>0.04 - 0.080 %,

the remainder being iron and unavoidable impurities, said steel being extruded, a separated slab being heated from substantially ambient temperature to at least 1100 °C, then finish-rolled to form a hot strip at temperatures above the Ar_3 point and finally wound in the temperature range of between 550 and 400 °C.

2. Method according to claim 1, characterised in that the titanium content of the steel is set to at least the quantity stoichiometrically required for the bonding of the nitrogen and set to less than the quantity stoichiometrically required for the additional complete bonding of the carbon.

3. Use of a steel strip according to one of claims 1 or 2, for producing a hot-galvanised strip by means of blanching, cold-rolling and recrystallising continuous annealing processes at furnace temperatures of between 800 and 940 °C and by subsequently hot-galvanising and finishing with a conversion degree of between 0.5 and 2 %.

Revendications

1. Procédé de fabrication de feuillard d'acier ne souffrant pas de rupture des bobines, d'une épaisseur de 2 à 6 mm, présentant une limite d'allongement inférieure à 350 N/mm^2, avec une limite d'allongement constante dans le temps, sans minima et maxima alternés, réalisé à partir d'acier présentant la composition suivante en pourcentages en poids:

C	0,02 - 0,08%
Si	0,01 - 0,40%
Mn	0,05 - 1,00%
P	0,002 - 0,025%
S	0,001 - 0,015%
Al	0,015 - 0,080%
N	≦ 0,0080 %
Ti	> 0,04 - 0,080%

le reste étant du fer et des impuretés inévitables, qui est coulé en barres, une brame découpée étant réchauffée depuis sensiblement la température ambiante jusqu'à au moins 1.100 °C, et ensuite laminée en feuillard à chaud à des températures situées au-dessus du point Ar_3, et enfin dévidée dans une plage de température de 550 à 400 °C.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en titane de l'acier est établie à au moins la quantité nécessaire pour lier l'azote, et à une valeur moindre que celle stoechiométriquement nécessaire pour la liaison complète supplémentaire du carbone.

3. Utilisation d'un feuillard d'acier selon l'une des revendications 1 ou 2 pour la fabrication d'un feuillard galvanisé à chaud, par décapage, laminage à froid et recuit de recristallisation à des températures de four de 800 à 940 °C et galvanisation subséquente à chaud et dressage à un taux de déformation de 0,5 à 2%.

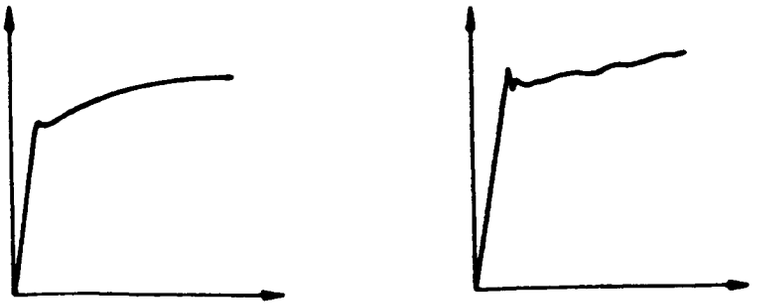


Fig.1

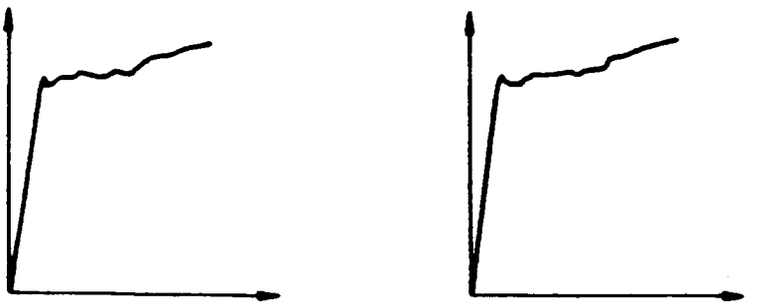


Fig.2

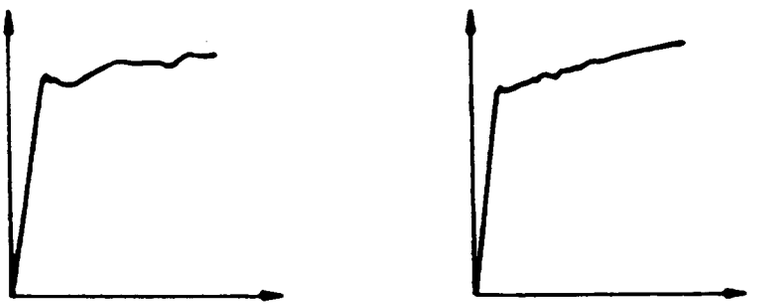


Fig.3

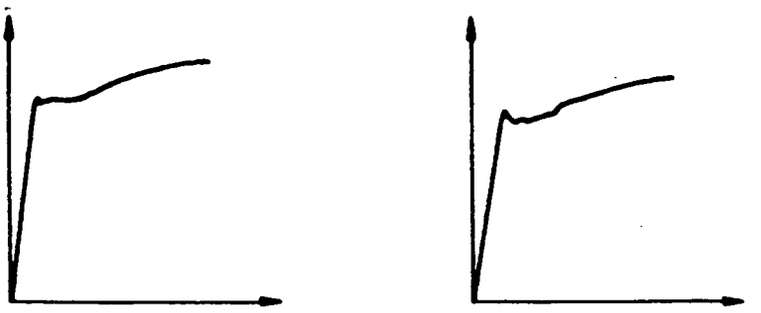


Fig.4

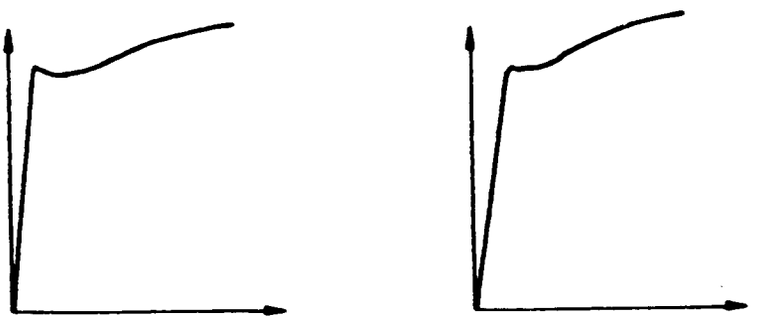


Fig.5

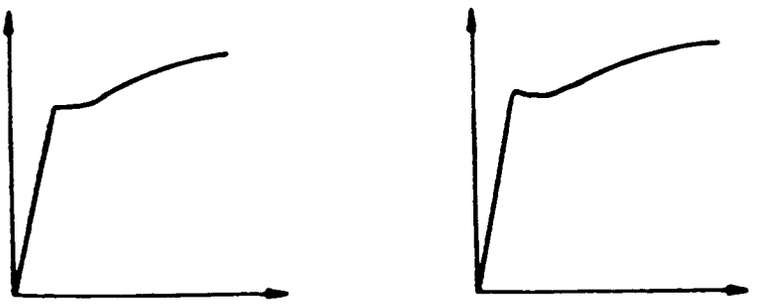


Fig.6

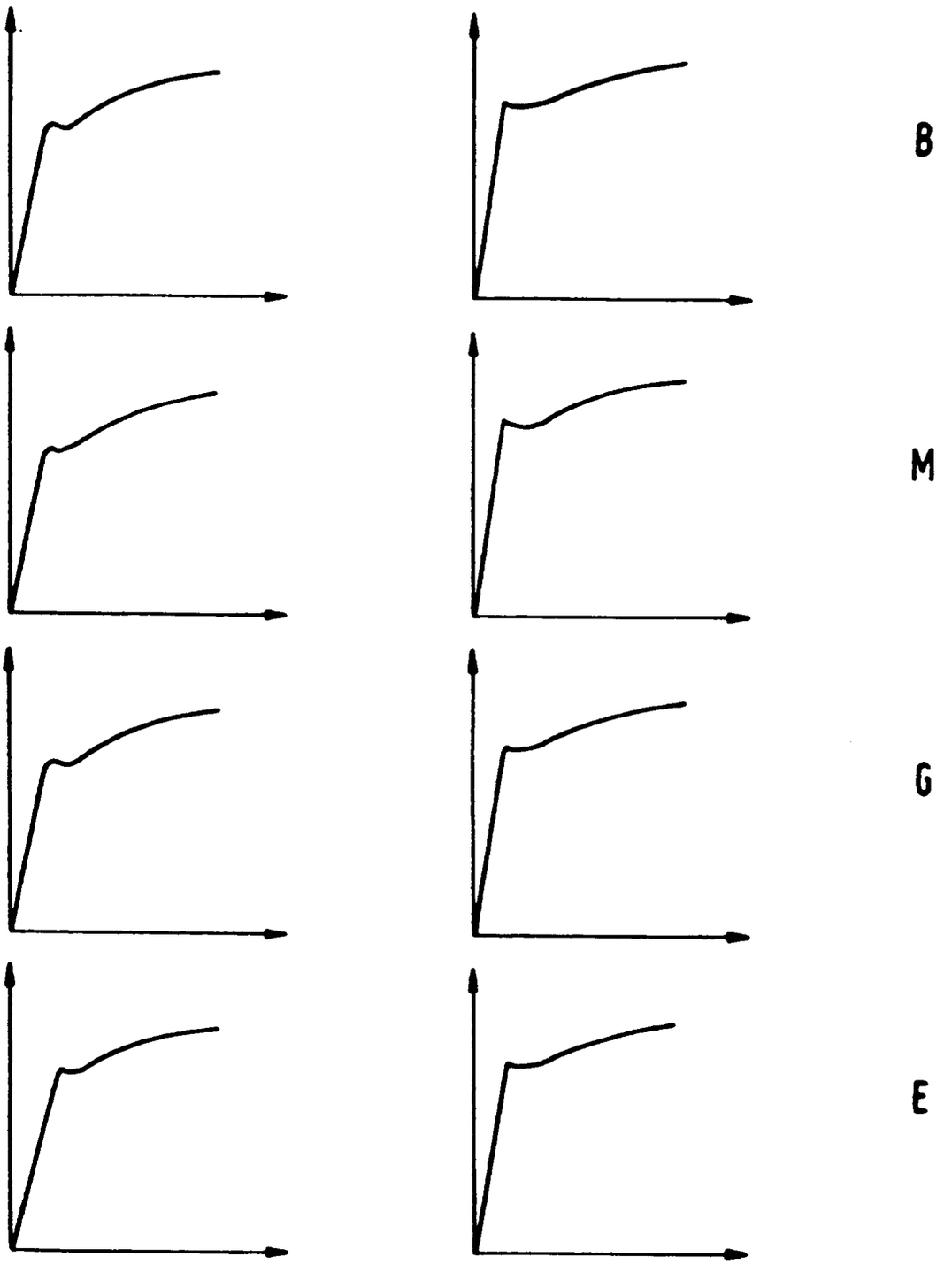


Fig.7

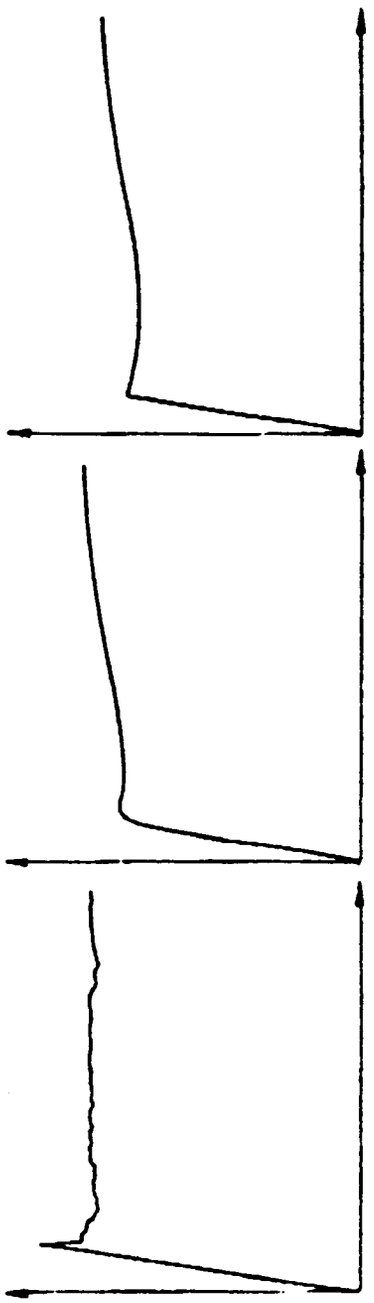


FIG. 8

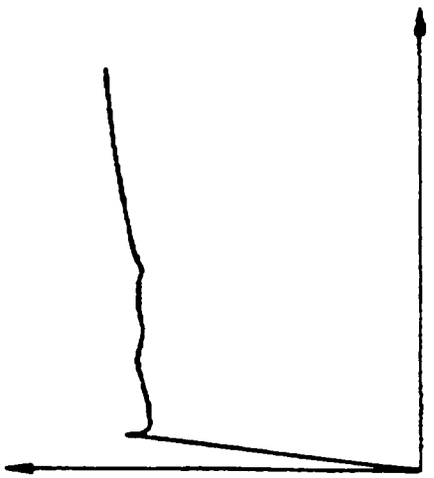


FIG. 9