



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 288 403 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1

Patentgesetz der DDR

vom 27. 10. 1983

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 21 D 8/06

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 21 D / 333 554 5	(22)	13.10.89	(44)	28.03.91
(71)	siehe (73)				
(72)	Schmitt, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Lankau, Gunther, Dipl.-Ing.; Welfle, Kurt, Dipl.-Ing., DE				
(73)	VEB Stahl- und Walzwerk „Wilhelm Florin“, Veltener Straße, O - 1422 Hennigsdorf, DE				
(54)	Verfahren zur Vergütung von Walzstahl				

(55) Walzstahl; Federstahl; Drahtstraße; Feinstahlstraße; Vergütung; Druckwasserabschreckung; Temperatenausgleich; Intensivkühlung; Anlaßbehandlung; Zwischenstufenumwandlung; Kühlstufe; Martensitschicht; Umformwärme

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vergütung von Walzstahl in Form von Stäben und Bündeln. Die Erfindung bezweckt die Vergütung von Federstählen direkt aus der Umformwärme. Aufgabe ist es, den Abkühlprozeß von Walzstahl so zu profilieren, daß an Draht- und Feinstahlstraßen eine durchgehende Vergütung ausgewählter Stähle ermöglicht wird und dabei gleichzeitig auf eine zusätzliche Anlaßbehandlung verzichtet werden kann. Gelöst wird dies dadurch, daß der Walzstahl nach dem letzten Gerüst im Walzfluß einer ein- oder mehrstufigen intensiven Druckwasserabschreckung unterworfen wird, wobei er schichtweise kurzzeitig unter die M_s -Temperatur gekühlt und bei einem darauffolgenden Temperatenausgleich zwischen Rand und Kern vor der jeweils folgenden Kühlstufe zur Anlaßbehandlung der neugebildeten Martensitschicht auf eine zwischen dem M_s - und dem A_1 -Punkt liegende Temperatur erwärmt wird und diese Intensivkühlung vor dem Kühlbettaufbau bzw. der Bündelbildung beendet wird, so daß die Umwandlung des Materialkernes entsprechend der weiteren Abkühlung des Materials im Bund bzw. auf dem Kühlbett in Form einer Zwischenstufenumwandlung erfolgt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Vergütung von Walzstahl in Form von Stäben und Bunden, das insbesondere für Feinstahl- und Drahtsortimente geeignet und speziell bei der Vergütung aus der Umformwärme vorteilhaft anwendbar ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Walzstahl nach dem letzten Gerüst im Walzfluß einer ein- oder mehrstufigen intensiven Druckwasserabschreckung unterzogen wird, wobei er schichtweise kurzzeitig unter die M_s -Temperatur gekühlt und bei einem darauffolgenden Temperatenausgleich zwischen dem Rand und dem Kern des Stahls, vor der jeweils folgenden Kühlstufe, zur Anlaßbehandlung der neu gebildeten Martensitschicht auf eine zwischen dem M_s - und dem A_1 -Punkt liegende Temperatur erwärmt wird und diese Intensivkühlung des Walzstahls vor dem Auflaufen auf das Kühlbett bzw. der Bundbildung bei einer oberhalb des M_s -Punktes und unterhalb der Perlitbildung liegenden Ausgleichstemperatur beendet wird, so daß die isotherme bzw. quasi-isotherme Umwandlung des aus metastabilen Austenit bestehenden Materialkerns, entsprechend der weiteren Abkühlung des Materials im Bund bzw. auf dem Kühlbett in Form einer Zwischenstufenumwandlung erfolgt.
2. Verfahren zur Vergütung von Walzstahl gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Umwandlung des Materialkerns wahlweise im Bereich der oberen oder der unteren Zwischenstufe erfolgt.
3. Verfahren zur Vergütung von Walzstahl gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Umwandlung des Materialkerns im Bereich der oberen und der unteren Zwischenstufe erfolgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Vergütung von Walzstahl in Form von Stäben und Bunden, das insbesondere für Feinstahl- und Drahtsortimente geeignet und speziell bei der Vergütung aus der Umformwärme vorteilhaft anwendbar ist.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Mit der Anwendung der metallurgischen Verfahrenskombination aus plastischer Verformung und Wärmebehandlung, namentlich der hochtemperatur-thermomechanischen Behandlung (HTMB) von Feinstahl und Draht sowie deren Ausrichtung auf die Verbesserung der Material- und Energieökonomie und die Intensivierung der Produktionsprozesse, wurden in der Vergangenheit eine Reihe von Verfahren zur partiellen und vollständigen Vergütung von Feinstahl und Draht entwickelt und eingeführt.

Demgemäß sind Verfahren zur Herstellung von schweißbaren, thermisch verfestigten Betonstählen bekannt (DD-PS 106661, US-PS 4.016015), wobei die partielle Vergütung des Stahls in der Randschicht durch eine kurzzeitige, von der Abmessung des Betonstahls abhängige, einstufige Intensivkühlung aus der Umformwärme erzielt wird. Die damit verbundene Unterschreitung der M_s -Temperatur, im Randbereich des Stahls führt zur Bildung von Martensit, der beim anschließenden Temperatenausgleich zwischen Rand und Kern die notwendige Anlaßbehandlung erfährt. Ein vergleichbares Verfahren zur partiellen Vergütung aus der Umformwärme ist mit der Direktpatentierung von Ziehervormmaterial gegeben.

(DE-PS 2345738). Dabei kommen Stähle mit erhöhtem Kohlenstoffgehalt zum Einsatz, so daß infolge der niedrigen M_s -Temperatur bei vergleichbarer einstufiger Intensivkühlung aus der Umformwärme, gegenüber den thermisch verfestigten Betonstählen eine weniger starke Randschicht mit einem Vergütungsgefüge entsteht.

Entsprechend DD-PS 135917 ist außerdem ein partielles Vergütungsverfahren zur Herstellung von Walzstahlerzeugnissen mit mehrschichtigem Gefügebau bekannt, daß dadurch gekennzeichnet ist, daß der Walzstahl von Temperaturen oberhalb A_3 einer mehrstufigen intermittierenden Intensivkühlung mit schichtweiser martensitischer Umwandlung unterzogen wird, wobei die einzelnen Kühlstufen durch definierte Ausgleichszeiten unterbrochen werden, um einen Temperatenausgleich zwischen dem höher temperierten Kern und der jeweils neu gebildeten Martensitschicht herbeizuführen. Hierdurch wird u. a. ein höherfester Stahl, insbesondere Betonstahl bzw. Ziehervormmaterial mit verbesserten Werkstoffeigenschaften hergestellt, der dadurch gekennzeichnet ist, daß er eine inhomogene Verteilung der Festigkeit über den Querschnitt besitzt, bei der sich eine hochfeste martensitische Schicht im Übergangsbereich zwischen der äußeren Randschicht mit verminderter Festigkeit und dem weicheren Kernbereich befindet (DD-PS 268258).

Die bekannten Verfahren zur partiellen Vergütung von Feinstahl- und Drahtsortimenten sind allgemein dadurch gekennzeichnet, daß der Kernbereich der verfahrensgemäß behandelten Stähle vorrangig aus Perlit bzw. Ferrit und Perlit besteht, so daß beim gegebenen Gefügebau z. B. ein Einsatz als Federstahl nicht möglich ist.

Die vollständige Härtung bzw. Vergütung aus der Umformwärme wird als klassische HTMB bezeichnet und kam in Verbindung mit dem Schmiedeprozess wahrscheinlich als ursprüngliches Härteverfahren für Stähle zur Anwendung. Für Draht- und Feinstahlstrahlen scheiterte die Anwendung der klassischen HTMB von Stählen, trotz überzeugender ökonomischer Vorteile gegenüber der konventionellen Vergütung lange Zeit an der Bildung von Spannungsrissen, inhomogenen Werkstoffeigenschaften und starkem Verzug des Stabmaterials, weshalb im Fachschrifttum wiederholt die Auffassung vertreten wurde, daß dieses Verfahren nicht anwendbar sei. (Randak, A. u. a., Stahl und Eisen 85 [1965] 22, S. 1452) auf der Basis eines Verfahrens zur Herstellung von Stählen mit stark verbesserten mechanischen Werkstoffeigenschaften (DD-PS 119438) konnte dieses Vorurteil überwunden und die klassische HTMB mit vollständiger Martensitumwandlung bzw. Vergütung erstmals an einer Drahtstraße zur Anwendung gebracht werden. Ein wichtiges Element dieses Verfahrens ist u. a. mit der kurzzeitigen

Induktionsanlaßbehandlung des aus der Umformwärme durchgehend gehärteten Materials im Walzfluß gegeben. Eine vorteilhafte Ausführung der Intensivkühlung ist dabei durch das Verfahren zur Herstellung von Walzstahlerzeugnissen mit entfestigter Randzone und hochfestem Kern gegeben (DD-PS 119 270), wobei vergütbare Stähle direkt aus der Walzhitze in einer mindestens zweistufigen Abkühlung derart gehärtet werden, daß die durchgehende Härte des Kerns erst nach der Härtung der Randzone und dem Temperatenausgleich zwischen Rand und Kern erfolgt. Mit Hilfe dieses Verfahrens sind durchgehend vergütete, hochfeste Stähle mit verbesserten Werkstoffeigenschaften herstellbar (DD-PS 267 513). Voraussetzung ist jedoch in jedem Fall eine primäre Abschreckung des Walzstahls auf Temperaturen unter 50°C mit anschließender Anlaßbehandlung im Walzfluß, d. h., die Herstellung von derart vergüteten Stählen kommt für Hochleistungsdraht- und feinstahlstraßen, wegen der begrenzten technologischen Freiheit, in Kombination mit der Umformung nicht in Betracht. Zwar ist entsprechend DD-PS 144 424 ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Walzstahl aus der Umformwärme bekannt, mit dem ausgewählte Stähle unter bestimmten anlagentechnischen Voraussetzungen auch auf modernen, kontinuierlichen Walzstraßen zu vergüten sind; dieses Verfahren ist jedoch ausschließlich für Ringbundmaterial bestimmt, daß dann in einer gesonderten Anlage, außerhalb der Walzlinie anzulassen ist.

Neben der normalen, aus Härten mit nachfolgendem Anlassen bestehenden Vergütung von Stählen sind außerdem Verfahren der Zwischenstufenvergütung bekannt, bei denen die mechanischen Eigenschaften eines Stahls dadurch verbessert werden, daß er auf Härtetemperatur gebracht und anschließend in einem entsprechend temperierten Salz- oder Metallbad abgeschreckt wird. Mit dem Zwischenstufenvergüten des Stahls werden Umwandlung in der Martensit- und Perlitstufe unterdrückt und das Anlassen verfahrenstechnisch vorteilhaft mit der Zwischenstufenumwandlung in einem Arbeitsgang vereinigt. Bei Anwendung der Zwischenstufenvergütung aus der Umformwärme könnte somit auf das spezielle, im Walzfluß äußerst problematische, nochmalige Erwärmen des Stahls zum Zwecke des Anlassens verzichtet werden. Entsprechend DIN-AS 1 284 978 wurde demgemäß ein Verfahren zum Vergüten von unlegierten und legierten Stählen unmittelbar aus der Umformwärme entwickelt, das dadurch gekennzeichnet ist, daß Schmiedestücke nach definierter Umformung mittels mild wirkender Abschreckmittel, wie Preßluft, Sprühregen oder Warmluft in den Temperaturbereich der Zwischenstufe abgekühlt und dort umgewandelt werden. Ein Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß sich seine Anwendung auf Schmiedeteile beschränkt und eine analoge Zwischenstufenvergütung von Walzstahl in Form von Feinstahl- und Drahtsortimenten, infolge der begrenzten technologischen Freiheit an derartigen Walzstraßen, nicht möglich ist. Außerdem wird bei Anwendung dieses Verfahrens über den gesamten Querschnitt des Schmiedestückes ausschließlich Zwischenstufengefüge erzeugt, d. h., die Herstellung eines vorteilhaften heterogenen Gefügebauaufbaus ist verfahrenstechnisch nicht möglich.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist darauf gerichtet, die Nachteile und Grenzen der bekannten Verfahren zur Vergütung von Stählen zu überwinden und insbesondere die Vergütung von Federstählen an modernen Draht- und Feinstahlstraßen direkt aus der Umformwärme zu ermöglichen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Abkühlprozeß von Walzstahl unter Beachtung des Umwandlungsverhaltens des Stahls so zu profilieren, daß an Draht- und Feinstahlstraßen, trotz eingengter technologischer Freiheit, eine durchgehende Vergütung ausgewählter Stähle ermöglicht wird und dabei gleichzeitig auf eine zusätzliche Anlaßbehandlung verzichtet werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Walzstahl nach dem letzten Gerüst im Walzfluß einer ein- oder mehrstufigen intensiven Druckwasserabschreckung unterzogen wird, wobei er schichtweise kurzzeitig unter die M_s -Temperatur gekühlt und bei einem darauffolgenden Temperatenausgleich zwischen dem Rand und dem Kern des Stahls, vor der jeweils folgenden Kühlstufe zur Anlaßbehandlung der neu gebildeten Martensitschicht auf eine zwischen dem M_s - und dem A_1 -Punkt liegende Temperatur erwärmt wird und diese Intensivkühlung des Walzstahls vor dem Auflaufen auf das Kühlbett bzw. der Bundbildung bei einer oberhalb des M_s -Punktes und unterhalb der Perlitbildung liegenden Ausgleichstemperatur beendet wird, so daß die isotherme bzw. quasi-isotherme Umwandlung des aus metastabilen Austenit bestehenden Materialkernes, entsprechend der weiteren Abkühlung des Materials im Bund bzw. auf dem Kühlbett in Form einer Zwischenstufenumwandlung erfolgt. Der Verfahrensablauf ist des weiteren dadurch gekennzeichnet, daß die Umwandlung des Materialkernes wahlweise im Bereich der oberen oder der unteren Zwischenstufe bzw. der oberen und unteren Zwischenstufe erfolgt.

Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäße Gestaltung des Verfahrens wird am Beispiel eines Federstahles der Stahlmarke 50SiMn 7 mit einer M_s -Temperatur von 250°C, einer A_1 -Temperatur von 830°C und einem Durchmesser von 10mm verdeutlicht. Ausgehend von einer Endwalztemperatur von 960°C erfolgt im Walzfluß direkt hinter dem letzten Gerüst eine zweistufige, intensive Druckwasserabschreckung des Walzstahls von insgesamt 0,7 Sekunden, wobei zwischen der ersten und der zweiten Kühlstufe von je 0,35 Sekunden, in denen die M_s -Temperatur in den Randschichten jeweils kurzzeitig unterschritten wird, eine Ausgleichszeit von gleichfalls 0,35 Sekunden für den Temperatenausgleich von Rand und Kern und der daraus resultierenden Anlaßbehandlung der martensitischen Randschichten eingeordnet ist.

Die Ausgleichstemperatur nach der zweiten Kühlstufe beträgt im Beispiel 400°C. Der mit dieser Temperatur auf das Kühlbett auflaufende Walzstahl wandelt darauf im noch austenitischen Kernbereich weitgehend in der oberen Zwischenstufe um. Eine andere Form des erfindungsgemäßen Verfahrens ist z. B. dadurch gegeben, daß der Walzstahl unter analogen Walzbedingungen einer einstufigen Druckwasserabschreckung von ca. 1 Sekunde unterzogen wird und dann ebenfalls mit einer Ausgleichstemperatur von ca. 400°C auf das Kühlbett aufläuft. Dabei wandelt der Kernbereich auf dem Kühlbett gleichfalls weitgehend in der oberen Zwischenstufe um und die nunmehr lediglich einschichtige martensitische Randzone wird insgesamt auf 400°C angelassen.