



PATENTSCHRIFT 1 43 930

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 143 930

(44) 17.09.80

Int. Cl.³

3(51) C 21 D 1/02
C 21 D 8/00

(21) WP C 21 D / 206 599

(22) 10.07.78

(71) siehe (72)

(72) Böhme, Dietrich, Dipl.-Ing.; Hensger, Karl-Ernst, Dr.-Ing.; Klimanek, Peter, Dr.-Ing. Dipl.-Phys.; Wuttke, Georg, DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Roßweiner Achsen-, Federn- und Schmiedewerke „Hermann Matern“, BfS, 7304 Roßwein

(54) Thermomechanisches Behandlungsverfahren für Federstähle zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften

(57) Die Erfindung betrifft ein thermomechanisches Behandlungsverfahren für Federstähle zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften. Das erfindungsgemäße Verfahren kann in metallurgischen Betrieben und Betrieben der metallverarbeitenden Industrie bei der Behandlung von geschmiedetem, gewalztem, gezogenem oder mit anderen Verfahren der spanlosen Umformung erzeugten Stahl sowie daraus hergestellter Erzeugnisse angewandt werden. Die Erfindung verfolgt das Ziel, die technisch nutzbaren Werkstoffeigenschaften von Federstahl über das Niveau hinaus zu verbessern, das bei der Anwendung des in der PS WP C 21 D / 204 970 angemeldeten Verfahrens erreicht werden kann. Dabei liegt der Erfindung gleichzeitig die Aufgabe zugrunde, dieses Verfahren zu rationalisieren. Das wird durch die Verknüpfung von Warmumformung und thermischer Austenitstabilisierung in ein einheitliches thermomechanisches technologisches Schema erreicht. Grundlage der Werkstoffeigenschaftsverbesserung durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Einstellung eines mehrphasigen Gefügezustandes in niedriglegierten Stählen mit einem Austenitanteil von ≥ 7 Vol.-%.

200 377

Beschreibung der Erfindung

Titel der Erfindung

Thermomechanische Behandlungsverfahren für Federstähle
zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein thermomechanisches Behandlungsverfahren, das in metallurgischen Betrieben und Betrieben der metallverarbeitenden Industrie anwendbar ist. Das erfindungsgemäße Verfahren bezieht sich auf die Behandlung von geschmiedetem, gewalztem, gezogenem oder mit anderen Verfahren der spanlosen Umformung erzeugten Federstahl sowie daraus hergestellter Erzeugnisse.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Erfindung betrifft eine Weiterentwicklung des in der Patentschrift WPC 21 D/204 970 beschriebenen Wärmebehandlungsverfahrens für Federstähle zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften.

Die bekannten Wärmebehandlungsverfahren zur Beeinflussung bestimmter Verarbeitungs- und/oder Gebrauchseigenschaften sind in der TGL 21 862 beschrieben.

Das in der Patentschrift WPC 21 D/204 970 dargelegte Wärmebehandlungsverfahren für niedriglegierte Stähle zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften beruht auf thermischer Austenitstabilisierung. Dadurch können in niedriglegierten Stählen Gefügezustände eingestellt werden, in welchem die Matrix aus zwei unterschiedlichen Phasen mit kubisch-raumzentriertem bzw. tetragonal verzerrtem und kubisch-flächenzentriertem Raumgitter besteht. So lassen sich stark verbesserte Werkstoffeigenschaften im Vergleich zum üblichen Vergüten an niedriglegierten Stählen einstellen. Ein Mangel dieser technischen Lösung

besteht darin, daß Warmumformung und thermische Austenitstabilisierung in zwei voneinander unabhängigen technologischen Schritten erfolgen. Dadurch macht sich neuerliches Erwärmen auf Temperaturen über A_3 nach Warmumformung und Abkühlen notwendig.

Bekannt ist bereits seit einigen Jahrzehnten die Verknüpfung von plastischer Formgebung und Wärmebehandlung in ein einheitliches technologisches Schema, das als thermomechanische Behandlung bezeichnet wird. Über diese Technologie wurde in der periodischen Fachliteratur berichtet, siehe zum Beispiel "Referativnyj zurnal" von 1953 bis 1978, "Metals Abstract" von 1970 bis 1978 sowie "Neue Hütte" von 1968 bis 1978. Die thermomechanische Behandlung wurde ebenfalls in der TGL 21 862 beschrieben.

Bei hochtemperatur-thermomechanischer Behandlung wird der Stahl oberhalb A_3 umgeformt, dannach eine gewisse Zeit gehalten und im Anschluß daran gehärtet. Abschließende technologische Operation ist das Anlassen. Im Ergebnis dieser Behandlung liegt Anlaßgefüge vor, die mechanischen Werkstoffeigenschaften sind gegenüber gewöhnlichem Vergüten verbessert. Eine technologische Schwierigkeit des Prozesses besteht im schnellen Abkühlen nach der Umformung mit Geschwindigkeiten, die über der kritischen Abkühlgeschwindigkeit für das Härten liegen, bis auf Temperaturen $\leq M_f$.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, die technisch nutzbaren Werkstoffeigenschaften von niedriglegierten Stählen, insbesondere Federstähle, über das Niveau hinaus zu verbessern, das bei Anwendung der in der Patentschrift WPC 21 D/204 970 angemeldeten Erfindung zur Einstellung eines mehrphasigen Gefügezustandes durch Wärmebehandlung erreicht werden kann. Gleichzeitig soll eine Rationalisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens, unter anderem durch Energieeinsparung, erreicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein thermomechanisches Behandlungsverfahren für Federstähle zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften zu entwickeln. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, durch eine geeignete Technologie die in der Patentschrift WPC 21 D/204 970 angemeldete Erfindung zu rationalisieren. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß Warmumformung und thermische Austenitstabilisierung miteinander verknüpft werden.

Erfindungsgemäß werden Federstähle austenitisiert und anschließend bei Temperaturen über A_3 durch ein geeignetes Umformverfahren, z.B. Walzen mit einem bezogenen Gesamtumformgrad in der letzten oder in den beiden letzten Umformstufen von $\epsilon = 20 \dots 60 \%$ und einer Formänderungsgeschwindigkeit bis zu $2 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$ behandelt, danach bei diesen Temperaturen bis zu 60 s gehalten und abgeschreckt. Die Abkühlung erfolgt mit einer Geschwindigkeit, die über der kritischen Abkühlgeschwindigkeit für das Härten liegt bis zu einer Temperatur $T > M_s$, wo die thermische Stabilisierung des Austenits erfolgt. Die nachfolgende partielle Phasenumwandlung des Austenits wird so gesteuert, daß ein mehrphasiges Martensit-Austenit-, Martensit/Bainit-Austenit oder Bainit-Austenit-Gefüge vorliegt, in welchem der Restaustenitgehalt nach abschließendem Anlassen bei Temperaturen $T \leq 600^\circ\text{C}$ einen Wert von 7 Vol-% nicht unterschreitet.

Der erfindungsgemäß behandelte niedriglegierte Stahl, insbesondere Federstahl zeichnet sich gegenüber dem in der Patentschrift WPC 21 D/204 970 beschriebenen durch eine weiter erhöhte Gitterfehlerdichte in den Gefügebestandteilen Martensit, Martensit/Bainit bzw. Bainit und Austenit, bei günstigerer Versetzungsanordnung und Restspannung aus. Die Gefügebestandteile sind feiner und gleichmäßiger verteilt. Dieser spezifische Realstrukturzustand führt zur weiteren Leistungssteigerung der erfindungsgemäß behandelten Federstähle.

Ausführungsbeispiel

Die erfindungsgemäß durchzuführende thermomechanische Behandlung und erzielbare Eigenschaftsverbesserungen werden am Stahl 55SiMn7 demonstriert. Nach Austenitisierung bei 950 °C und Walzung in einem Stich mit einer Abnahme von 40 % und einer Formänderungsgeschwindigkeit von 12 s⁻¹ wurde der Stahl 55SiMn7 10 s bis zum Abschrecken in ein Salzbad mit 378 °C gehalten, dort der Austenit 120 s thermisch stabilisiert und danach im Wasser gehärtet. Danach liegt der Stahl mit 35 ... 45 Vol-% Restaustenit vor. Als abschließende technologische Operation wurde bei 250 °C angelassen. Die danach erzielten mechanischen Werkstoffeigenschaften des Stahls 55SiMn7 sind in Tabelle dargestellt und mit denen verglichen, die nach herkömmlichem Vergüten und Behandlung gemäß des in der Patentschrift WPC 21 D/204 970 angemeldeten Verfahrens erreicht werden können.

Tabelle 1: Mechanische Werkstoffeigenschaften des Stahles 55SiMn7 nach erfindungsgemäßer thermomechanischer Behandlung, herkömmlichem Vergüten und Wärmebehandlung gemäß Ausführungsbeispiel in Patentschrift WPC 21 D/204 970

Mechanische Eigen- Wärme- behand- lungs- verfahren	σ_B MPa	$\sigma_{0.2}$ MPa	δ_{10} %	γ %
Erfindungsgemäße thermomechanische Behandlung zur Restaustenitsta- bilisierung	1750	1430	8	33
Herkömmliches Ver- güten: Härten von 870 °C in Öl, An- lassen bei 500 °C	1460	1360	8	38
Wärmebehandlung gemäß Ausführungs- beispiel in Patent- schrift WPC 21 D/204 970	1640	1330	8	36

Erfindungsanspruch

1. Thermomechanische Behandlungsverfahren für Federstähle zur Verbesserung der Werkstoffeigenschaften werden erfindungsgemäß zur Erzeugung von mehrphasigen Martensit-Austenit-, Martensit/Bainit-Austenit- oder Bainit-Austenitgefügezuständen durchgeführt und sind gekennzeichnet dadurch, daß die Federstähle bei Temperaturen über A_3 warmumgeformt werden, der bezogene Gesamtumformgrad in den letzten beiden Umformstufen 20 ... 60 % sowie die Formänderungsgeschwindigkeit bis zu $2 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$ beträgt und die Haltezeit nach der Warmumformung bis zum Abschrecken unter A_1 die Dauer von 60 s nicht überschreitet, die Abkühlung nach der Warmumformung bis zu einer Temperatur $M_s < T < A_1$ mit einer Geschwindigkeit erfolgt, die über der für das Härten kritischen Abkühlgeschwindigkeit liegt und bei dieser Temperatur T die thermische Stabilisierung des Austenits vollzogen wird, die nachfolgende Temperaturführung die Einstellung des martensitisch-austenitischen-, martensitisch/bainitisch-austenitischen bzw. bainitisch-austenitischen Gefügezustandes ermöglicht, das abschließende Anlassen unterhalb 600°C ohne Beseitigung des Restaustenits erfolgt und die erzielte Eigenschaftsverbesserung durch den erfindungsgemäß sehr günstig eingestellten Realstrukturzustand der Federstähle erreicht wird.
2. Thermomechanisches Behandlungsverfahren nach Punkt 1 dadurch gekennzeichnet, daß statt Anlassens ein Auslagern bei Raumtemperatur erfolgen kann.
3. Thermomechanisches Behandlungsverfahren nach Punkt 1 dadurch gekennzeichnet, daß der Anlaßvorgang zu einem späteren Zeitpunkt beim Anwender erfolgt.