



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 298 825 A5

Ertellt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983

5(51) C 21 D 8/02

in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 21 D / 339 554 8	(22)	09.04.90	(44)	12.03.92
(71)	Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, O · 8027 Dresden, DE				
(72)	Birnstock, Frieder, Dr. rer. nat.; Donat, Bernd, Dr.-Ing.; Düfort, Klaus-Peter, Dipl.-Ing.; Grimm, Wolfgang; Zouhar, Gustav, Prof. Dr. sc. techn., DE				
(73)	Technische Universität Dresden, Direktorat Forschung, BfSN, Mommsenstraße 13, O · 8027 Dresden; Walzwerk „Michael Niederkirchner“ Ilseburg, O · 3705 Ilseburg; VEB Metallurgielektronik Leipzig, O · 7010 Leipzig, DE				
(54)	Verfahren zum Walzen von Grobblechen				

(55) Walzen, thermomechanisch; Grobblech, ferritisch-perlitisch, unlegiert, mikrolegiert, schweißbar; Baustahl; Tieftemperaturzähigkeit; Austenit

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Walzen von Grobblechen mit ferritisch-perlitischem Gefüge aus unlegierten und mikrolegierten schweißbaren Baustählen mit insbesondere erhöhter Tieftemperaturzähigkeit auch bei Blechdicken über 25 mm. Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, daß ausgehend vom üblichen thermomechanischen Walzen (Vorwärmen der Brammen auf Temperaturen von 1050 bis 1250°C, Vorwalzen mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 40%, Abkühlung auf den Temperaturbereich der Austenitrekristallisation um etwa 1000°C, Fertigwalzen und Abkühlen) das Fertigwalzen in zwei Phasen mit einem dazwischenliegenden weiteren Abkühlschritt erfolgt. In der Abkühlphase zwischen der ersten und der zweiten Fertigwalzphase wird einem erneuten Wachstum des nach der ersten Fertigwalzphase vorliegenden feinkörnigen vollständig rekristallisierten Austenits entgegengewirkt, so daß in die zweite Fertigwalzphase ein gleichmäßiges feinkörniges Austenitgefüge einläuft. Es erfährt in der zweiten Fertigwalzphase eine weitere Verfeinerung. Nach der Abkühlung auf Raumtemperatur und vollzogener Phasenumwandlung γ/α weisen auch die über 25 mm starken Bleche ein gleichmäßiges und feinkörniges Ferritgefüge auf, wodurch insbesondere die Tieftemperaturzähigkeit wesentlich verbessert ist.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Walzen von Grobblechen durch Vorwärmen der Brammen auf Temperaturen von 1050 bis 1250°C, Vorwalzen mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 40%, Abkühlung auf den Temperaturbereich der Austenitrekristallisation um etwa 1000°C, Fertigwalzen und Abkühlen, gekennzeichnet dadurch, daß das Fertigwalzen in zwei Phasen mit einem dazwischenliegenden weiteren Abkühlschritt erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die erste Fertigwalzphase bei einer Temperatur von 900 bis 850°C beginnt und mindestens zwei Umformschritte mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 30% umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die zweite Fertigwalzphase bei einer Temperatur von 830 bis 780°C beginnt, mindestens zwei Umformschritte mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 15% umfaßt und die Endtemperatur oberhalb A_{r3} liegt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Walzen von Grobblechen mit ferritisch-perlitischem Gefüge aus unlegierten und mikrolegierten schweißbaren Baustählen mit insbesondere erhöhter Tieftemperaturzähigkeit auch bei Blechdicken über 25 mm.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Das Verfahren gehört zu den thermomechanischen Walzverfahren, die durch intensive kontrollierte Endumformung mit Endwalztemperaturen im Bereich des A_{r3} -Punktes und darunter gekennzeichnet sind. Mit dieser Walztechnologie ist es möglich, Baustähle herzustellen, deren Festigkeit, Tieftemperaturzähigkeit, Schweißbarkeit und Kaltumformbarkeit, im Vergleich zum Normalwalzen mit anschließendem Normalglühen bzw. zum temperaturgeregelten Walzen, in wesentlich günstigerer Kombination einstellbar sind /1/.

Typisch für das thermomechanische Walzen ist die Erwärmung der Brammen auf eine Temperatur oberhalb 1000°C, Vorwalzen mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 40%, Abkühlen auf eine Temperatur unter 900°C, Fertigwalzen und Luft- bzw. beschleunigtes Abkühlen (z.B. DE-OS 3437 637).

Danach hergestellte Grobbleche aus nichtmikrolegiertem schweißbarem Baustahl weisen bei Blechdicken unter 25 mm eine gute Tieftemperaturzähigkeit auf. Bei Blechdicken über 25 mm konnten keine befriedigenden Werte erzielt werden. Eine 250 mm dicke Bramme aus dem Stahl St 355 wurde auf 1200°C vorgewärmt, bei dieser Temperatur gehalten, auf ca. 70 bis 80 mm vorgewalzt, auf 890°C abgekühlt, fertiggewalzt und an Luft abgekühlt. Die gemessenen Werte betrugen:

Blechdicke		30 mm
mittlere Ferritkorngroße	µm	17
Kerbschlagzähigkeit KV		
bei -20°C Querproben	J	20
Streckgrenze, R_s	MPa	350
Zugfestigkeit, R_m	MPa	515
Bruchdehnung, A_5	%	21

Eine 250 mm dicke Bramme aus dem Stahl St 38-3 wurde auf 1200°C vorgewärmt, bei dieser Temperatur gehalten, auf ca. 70 mm vorgewalzt, auf 880°C abgekühlt, auf eine Enddicke von 30 mm fertig gewalzt und an Luft abgekühlt. Folgende Werte wurden ermittelt:

mittlere Ferritkorngroße	µm	21
Kerbschlagzähigkeit KV		
bei -20°C Querproben	J	10
Streckgrenze, R_s	MPa	270
Zugfestigkeit, R_m	MPa	429
Bruchdehnung, A_5	%	22

Durch geeignete Mikrolegierungszusätze (z.B. Nb) kann die Rekristallisation des Austenits während des Fertigwalzens unterdrückt werden (Anhebung der Rekristallisationstemperatur des Austenits), so daß die Keimdicke bei der Phasenumwandlung γ/α infolge der starken Streckung der Austenitkörner in Walzrichtung, sogenannte „pancake“-Struktur, und infolge der Ausbildung von Deformationsbändern stark ansteigt /2/. Die Folge ist ein feines Ferritkorn, welches in Kombination mit der durch die Mikrolegierungszusätze bedingten Ausscheidungshärtung eine hohe Streckgrenze in Kombination mit einer niedrigen Duktil-Spröd-Übergangstemperatur der Kerbschlagzähigkeit (hohe Tieftemperaturzähigkeit) garantiert. Bei nichtmikrolegierten schweißbaren Baustählen kann im Gegensatz zu mikrolegierten Baustählen die Rekristallisation des Austenits während des Fertigwalzens nicht vollständig unterdrückt werden, so daß insbesondere bei großen Blechdicken teilerkristallisierte Austenit auftritt /3/. Die Folge ist ein inhomogenes ferritisch-perlitisches Gefüge mit nachteiligen

Auswirkungen auf die Tieftemperaturzähigkeit /4/. Dies steht der Anwendung des temperaturgeregelten und thermomechanischen Walzens bei der Herstellung von Grobblechen mit großen Dicken, insbesondere über 25 mm entgegen.

- /1/ Köthe, A. u. a.: Thermomechanisches Walzen von Grobblechen aus ferritisch-perlitischen höherfesten schweißbaren Baustählen. In: 18. Metalltagung in der DDR „Thermomechanische Behandlung von Stahl“, Mai, 1987, Wissenschaftliche Berichte, Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Festkörperphysik und Werkstofforschung Dresden, Bd. 1, S. 138
- /2/ Hulka, K.: Fundamental Aspects in Hot Rolling Microalloyed Plate Steel. In: Proc. 8th Process Technology Conference, Vol. 8, Dearborn, USA, Oct. 1988
- /3/ Zouhar, G. u. Höfgen, H.: Computer Simulation of the Microstructural Evolution During Hot Working. In: Proc. 8th Process Technology Conference, Vol. 8, Dearborn, USA, Oct. 1988, S. 33-40.
- /4/ Richter, J. u. a.: Ergebnisse der quantitativen Gefügeanalyse an kontrolliert gewalzten, ferritisch-perlitischen höherfesten Baustählen. In: 18. Metalltagung in der DDR „Thermomechanische Behandlung von Stahl“, Mai 1987 Posterband Wissenschaftliche Berichte, Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Festkörperphysik und Werkstofforschung Dresden, Nr. 34, S. 4-7.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist insbesondere die Verbesserung der Tieftemperaturzähigkeit von Grobblechen aus nichtmikrolegierten schweißbaren Baustählen mit ferritisch-perlitischem Gefüge.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, das thermomechanische Walzen so zu modifizieren, daß die Tieftemperaturzähigkeit von Grobblechen erhöht wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ausgehend vom üblichen thermomechanischen Walzen (Vorwärmen der Brammen auf Temperaturen von 1050 bis 1250°C, Vorwalzen mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 40%, Abkühlung auf den Temperaturbereich der Austenitrekristallisation um etwa 1000°C, Fertigwalzen und Abkühlen) das Fertigwalzen in zwei Phasen mit einem dazwischenliegenden weiteren Abkühlschritt erfolgt. Vorzugsweise beginnt die erste Fertigwalzphase bei einer Temperatur von 900 bis 850°C, wobei sie mindestens zwei Umformschritte mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 30% umfassen sollte. Die zweite Fertigwalzphase beginnt vorzugsweise bei einer Temperatur von 830 bis 780°C und umfaßt mindestens zwei Umformschritte mit einem Gesamtumformungsgrad von mindestens 15%, wobei die Endtemperatur oberhalb A_{r3} liegen sollte. In der Abkühlphase zwischen der ersten und der zweiten Fertigwalzphase wird einem erneuten Wachstum des nach der ersten Fertigwalzphase vorliegenden feinkörnigen vollständig rekristallisierten Austenits entgegengewirkt, so daß in die zweite Fertigwalzphase ein gleichmäßiges feinkörniges Austenitgefüge einläuft. Es erfährt in der zweiten Fertigwalzphase eine weitere Verfeinerung. Nach der Abkühlung auf Raumtemperatur und vollzogener Phasenumwandlung γ/α weisen auch die über 25 mm starken Bleche ein gleichmäßiges und feinkörniges Ferritgefüge auf, wodurch insbesondere die Tieftemperaturzähigkeit wesentlich verbessert ist.

Dieses an sich für die Herstellung von Grobblechen mit ferritisch-perlitischem Gefüge aus unlegierten schweißbaren Baustählen mit insbesondere erhöhter Tieftemperaturzähigkeit entwickelte Verfahren eignet sich auch vorteilhaft für das Walzen von Grobblechen aus schweißbaren Baustählen, die mit solchen Elementen, wie z. B. Vanadium, mikrolegiert sind, die sich zur Hemmung des Kornwachstums und zur Unterdrückung der Rekristallisation des Austenits beim thermomechanischen Walzen nicht eignen. Durch die Kornfeinung des Ferrits mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens und in Kombination mit der Ausscheidung der Vanadium-Karbonitride im Ferrit ergibt sich eine bessere Kombination zwischen Streckgrenze und Duktil-Spröd-Übergangstemperatur der Kerbschlagzähigkeit.

Ausführungsbeispiele

1. St 355

Eine 254 mm dicke Bramme wurde auf eine Temperatur von 1100 bis 1250°C vorgewärmt und in 6 Stichen (Dickenabnahmen ca. 15, 10, 20, 22, 25 und 28%) auf eine Dicke von 66 mm vorgewalzt. Die Endtemperatur nach dem Vorwalzen betrug 950 bis 1040°C. Nach einer ersten Kühlphase von 300 s schloß sich bei einer Ausgangstemperatur von 870°C eine erste Fertigwalzphase mit Umformgraden von ca. 21 und 18% an (Enddicke 43 mm). Es folgte eine zweite Kühlphase von 120 s und eine zweite Fertigwalzphase bei einer Ausgangstemperatur von 810°C mit Umformgraden von ca. 20 und 13% auf eine Endblechdicke von 30 mm. Die Endtemperatur betrug 805°C (oberhalb A_{r3}). Das gewalzte Blech wurde an Luft abgekühlt. Es wurden folgende Werte gemessen:

mittlere Ferritkorngröße, d_a	μm	9,12
Kerbschlagzähigkeit KV bei -20°C Querproben	J	≥ 60
Streckgrenze, R_s	MPa	400
Zugfestigkeit, R_m	MPa	529
Bruchdehnung A_5	%	28

2. St. 355

Eine 254 mm dicke Bramme wurde auf eine Temperatur von 1100°C vorgewärmt und in 10 Stichen (Dickenabnahmen ca. 10, 11, 12, 10, 8, 4, 16, 19, 19 und 11%) auf eine Dicke von 69,6 mm vorgewalzt. Die Endtemperatur nach dem Vorwalzen betrug 970°C.

Nach einer ersten Kühlphase von 270 s schloß sich bei einer Ausgangstemperatur von 890°C eine erste Fertigwalzphase mit Umformgraden von ca. 13, 9, 12 und 12 % an (Enddicke 43 mm). Es folgte eine zweite Kühlphase von 134 s und eine zweite Fertigwalzphase bei einer Ausgangstemperatur von 800°C mit Umformgraden von ca. 9 und 8 % auf eine Endblechdicke von 36 mm. Die Endtemperatur betrug 790°C (oberhalb Ar₃). Das gewalzte Blech wurde an Luft abgekühlt.

mittlere Ferritkorngröße, d _α	µm	12,6
Kerbschlagzähigkeit KV bei -20°C Querproben	J	40
Streckgrenze, R _s	MPa	386
Zugfestigkeit, R _m	MPa	540
Bruchdehnung A ₅	%	28

3. St 38-3

Eine 254 mm dicke Bramme wurde auf eine Temperatur von 1 100 bis 1 250°C vorgewärmt und in 6 Stichen (Dickenabnahmen ca. 14, 16, Endtemperatur nach dem Vorwalzen betrug 1 010°C. Nach einer ersten Kühlphase von 280 s schloß sich bei einer Ausgangstemperatur von 880°C eine erste Fertigwalzphase mit Umformgraden von ca. 18 und 18 % an (Enddicke 53 mm). Es folgte eine zweite Kühlphase von 110 s und eine zweite Fertigwalzphase bei einer Ausgangstemperatur von 810°C mit Umformgraden von 20 und 16 % auf eine Endblechdicke von 36 mm. Die Endtemperatur betrug 800°C (oberhalb Ar₃). Das gewalzte Blech wurde an Luft abgekühlt.

mittlere Ferritkorngröße, d _α	µm	13,45
Kerbschlagzähigkeit KV bei -20°C Querproben	J	≅ 30
Streckgrenze, R _s	MPa	335
Zugfestigkeit, R _m	MPa	429
Bruchdehnung A ₅	%	30