



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **255 361 A1**

4(51) C 21 D 8/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 21 D / 298 157 3

(22) 22.12.86

(44) 30.03.88

(71) VEB Walzwerk Hettstedt, Am Lichtlöcherberg 40, Hettstedt, 4270, DD

(72) Menge, Rainer, Dipl.-Ing.; Föllmer, Klaus, Dr.-Ing.; Kirchberg, Klaus, Dr. rer. nat., DD

(54) Verfahren zur Wärmebehandlung von Stahlhalbzeugen mit oder ohne Kupfermantel

(55) Verfahren, Wärmebehandlung, Stahlhalbzeuge mit oder ohne Kupfermantel, Metallurgie, Glühtemperatur, Abschrecken, Ofenauslagerung, Haltezeit, Schutzatmosphäre

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Stahlhalbzeugen mit oder ohne Kupfermantel, welches auf dem Gebiet der Metallurgie angewendet werden kann. Erfindungsgemäß wurde die Aufgabe dadurch gelöst, daß das aus einem unlegierten Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt kleiner 0,15% bestehende und gegebenenfalls mit einem Kupfermantel versehene Halbzeug unmittelbar nach einem vorgeschalteten und direkt gekoppelten Umformprozeß bei Durchlaufgeschwindigkeiten größer 5 m/s mit einer Aufheizgeschwindigkeit größer 1 000 K/s auf eine Glühtemperatur zwischen 750 und 900 °C aufgeheizt, ohne Haltezeit mit einer Abkühlgeschwindigkeit größer 300 K/s auf Raumtemperatur abgekühlt und anschließend in einem chargenabhängigen Glühverfahren bei 300 bis 450 °C 10 min bis 8 h ausgelagert wird, wobei alle Verfahrensschritt unter Schutzatmosphäre durchgeführt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Wärmebehandlung von Stahlhalbzeugen mit oder ohne Kupfermantel, bei welchem die Halbzeuge mit Aufheizgeschwindigkeiten größer 1000 K/s auf eine Glühtemperatur zwischen 750 und 900°C aufgeheizt und ohne Haltezeit mit Abkühlgeschwindigkeiten größer 300 K/s abgekühlt werden, **gekennzeichnet dadurch**, daß nach einer an sich bekannten kontinuierlichen Schnellwärmebehandlung die Abkühlung auf Raumtemperatur mit anschließender Ofenauslagerung bei 300 bis 450°C mit einer Haltezeit zwischen 10 min und 8 h erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Halbzeug aus einem unlegierten Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt $\leq 0,15\%$ besteht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die kontinuierliche Wärmebehandlung direkt mit dem Umformprozeß gekoppelt ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die kontinuierliche Wärmebehandlung mit einer Durchlaufgeschwindigkeit ≥ 5 m/s erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmebehandlung unter Schutzatmosphäre erfolgt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Stahlhalbzeugen mit oder ohne Kupfermantel, welches auf dem Gebiet der Metallurgie angewendet werden kann.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Allgemein sind für das Weichglühen von unlegierten Stahlhalbzeugen mit einem Kohlenstoffgehalt kleiner 0,15% verschiedene Verfahren bekannt.

Bei den chargenabhängigen Glühverfahren, die dem speziellen Rekristallisationsverhalten der unlegierten kohlenstoffarmen Stähle, das durch längeres Halten bei Rekristallisationstemperatur und möglichst langsame Abkühlung auf Raumtemperatur charakterisiert ist, in besonders guter Weise entsprechen, liegen die Nachteile in der ungleichmäßigen Erwärmung und speziell bei Draht, in der Gefahr des Klebens von Drahtwindungen infolge hoher Glühtemperatur und langer Haltezeit. Dieser Nachteil ist bei Stahl-Kupfer-Verbundhalbzeug besonders gravierend. Ferner können Oberflächenmängel durch ungenügendes Abdampfen von Zieh- oder Walzemulsion auftreten.

Bei den kontinuierlichen Glühverfahren auf dem Drahtsektor bleibt die Kapazität der Durchziehöfen wegen der niedrigen Durchlaufgeschwindigkeit des Drahtes gering. Eine Kapazitätserhöhung durch die Verlängerung der Glühstrecke oder durch die Steigerung der Anzahl der durchlaufenden Drähte führt zu komplizierten und aufwendigen Ofenkonstruktionen.

Induktive Wärmebehandlungsverfahren haben ebenfalls nur eine geringe Kapazität und kommen für dünne Drähte nur bedingt in Frage.

Die auf dem Kupferdrahtsektor bekannten Anlagen zur Durchführung von Widerstandsglühverfahren zeichnen sich durch eine hohe Durchlaufgeschwindigkeit und eine geringe Baugröße aus.

Der sehr kurze Glühprozeß weist jedoch den Nachteil auf, daß bestimmte, beim Stahl werkstoffbedingte, Haltezeiten während des Glüh- und Abkühlprozesses nicht realisiert werden können, ohne die Vorteile der Anlagen, wie kurze Durchlaufzeiten und geringe Baugröße, aufzugeben.

Auf dem Bandsektor ist ein Verfahren zur kontinuierlichen Behandlung von Stahlbändern bekannt, bei dem Stahlband kontinuierlich über die Rekristallisationsschwelle schnellerwärmt, 20 s bei dieser Temperatur gehalten und mindestens 20 s auf $\leq 400^\circ\text{C}$ abgekühlt und anschließend einem Alterungsprozeß unterworfen wird. Es wird eine Anlaßtemperatur zwischen 250 und 400°C mit Glühzeiten über 10 s vorgeschlagen. Das vorgeschlagene Verfahren sieht eine Erwärmung des Bandes auf 710 bis 800°C vor, ein Halten auf dieser Temperatur, eine Abschrecken auf 500 bis 300°C mit einer Abkühlgeschwindigkeit größer 50 K/s und ein Halten auf dieser Temperatur größer 10 s.

Der Nachteil dieses bekannten Verfahrens liegt insbesondere in den mit den langen Haltezeiten verbundenen anfallenden Bandlängen.

Weiterhin ist ein kontinuierliches Glühverfahren für Stahlband, vorzugsweise für Feinblech beziehungsweise Tiefziehband, bekannt, welches ebenfalls Haltezeiten in der Glüh- und in der Überalterungszone aufweist, so daß neben den Vorteilen gegenüber den chargenabhängigen Glühverfahren, wie saubere Oberfläche, größere Gleichmäßigkeit der Eigenschaften über Bandlänge und -breite, trotzdem die Nachteile zu sehen sind im großen baulichen Aufwand, im Anfall großer Abfallängen bei Betriebsstörungen und relativ geringen Durchlaufgeschwindigkeiten im Vergleich zum Drahtsektor, die eine Verkettung mit anderen technologischen Verfahrensschritten, beispielsweise Umformen durch Ziehen oder Walzen, nicht rationell erscheinen lassen.

Ferner ist ein Verfahren zur kontinuierlichen Wärmebehandlung von Stahlhalbzeugen mit oder ohne Kupfermantel vorgeschlagen worden, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß das aus einem unlegierten Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt von kleiner 0,10% bestehende und gegebenenfalls mit einem Kupfermantel versehene Halbzeug unmittelbar nach einem vorgeschalteten und direkt gekoppelten Umformprozeß bei Durchlaufgeschwindigkeiten von größer 5 m/s mit Aufheizgeschwindigkeiten von größer 1000 K/s auf die Glühtemperatur zwischen 750°C und 900°C aufgeheizt wird, ohne Haltezeit mit einer Abkühlgeschwindigkeit größer 300 K/s auf 300 bis 450°C abgekühlt, in diesem Temperaturbereich maximal 10s gehalten und anschließend auf Raumtemperatur abgeschreckt wird.

Die Nachteile des vorgeschlagenen Verfahrens liegen in den relativ langen Strecken im Abkühlbereich, die jedoch trotz Vorteilen gegenüber bekannten Verfahren noch eine aufwendige Anlagenkonstruktion erfordern. Weiterhin sind zur Durchführung der Überalterung im Temperaturbereich 300 bis 450°C in der Zeitspanne von bis zu 10s zusätzliche Regelvorrichtungen erforderlich. Die beschriebenen Wärmebehandlungsparameter liegen im Grenzbereich zur Erzielung der vorgegebenen Materialeigenschaften im weichen Zustand. Geringe Abweichungen von den vorgegebenen Werten über den Grenzbereich hinaus bedeuten Ausschuß und lassen das Verfahren unsicher erscheinen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Stahlhalbzeugen mit oder ohne Kupfermantel zu entwickeln, welches mit anderen technologischen Verfahrensschritten ökonomisch verknüpft werden kann, dessen Anwendung zur Verringerung der Herstellungskosten der Glüheinrichtung, zur Vereinfachung ihrer Funktionssicherheit und Bedienung führt, den Platzbedarf der Glüheinrichtung vermindert und das durch Verringerung der Abfallängen, durch Vermeidung von Klebeerscheinungen und durch eine saubere Oberfläche des Halbzeuges die Wirtschaftlichkeit erhöht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die erforderlichen Verfahrensschritte so zu gestalten, daß sie sich mit einem vorgeschalteten Umformprozeß verketteten lassen und neben der sicheren Erreichung der geforderten Festigkeitswerte im weichen Zustand und ihrer alterungsfreien Beibehaltung einwandfrei blanke Oberflächen ohne Klebeerscheinungen gewährleistet sind.

Erfindungsgemäß wurde die Aufgabe dadurch gelöst, daß das aus einem unlegierten Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt kleiner 0,15% bestehende und gegebenenfalls mit einem Kupfermantel versehene Halbzeug unmittelbar nach einem vorgeschalteten und direkt gekoppelten Umformprozeß bei Durchlaufgeschwindigkeiten größer 5 m/s mit einer Aufheizgeschwindigkeit größer 1000 K/s auf eine Glühtemperatur zwischen 750 und 900°C aufgeheizt, ohne Haltezeit mit einer Abkühlgeschwindigkeit größer 300 K/s auf Raumtemperatur abgekühlt und anschließend in einem chargenabhängigen Glühverfahren bei 300 bis 450°C 10 min bis 8 h ausgelagert wird, wobei alle Verfahrensschritte unter Schutzatmosphäre zur Erzielung blanker Oberflächen durchgeführt werden.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Beispielen näher erläutert werden. Beiden Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß das zu behandelnde Halbzeug unmittelbar vor dem Wärmebehandlungsprozeß einem Umformprozeß größer 50% unterworfen wird. Der Umformprozeß und die erste Wärmebehandlungsphase sind dabei in einem kontinuierlichen Ablauf miteinander gekoppelt.

Beispiel 1

Das aus einem kupferummantelten Stahldraht mit einem Durchmesser von 0,6 mm und einer Kupferauflage von 0,05 mm bestehende Halbzeug wird unmittelbar nach dem Einlauf in die Wärmebehandlungsstrecke bei einer Durchlaufgeschwindigkeit von 10 m/s mittels Schnellerwärmung bei einer Aufheizgeschwindigkeit von 3320 K/s auf die Glühtemperatur von 850°C aufgeheizt, ohne Haltezeit mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 1000 K/s auf Raumtemperatur abgekühlt und anschließend bei 300°C 8 h im Haubenofen ausgelagert. Die erreichten mechanischen Kennwerte liegen bei

$$R_m = 380 \text{ MPa}$$

$$A_{l_{0-100}} = 28\%.$$

Beispiel 2

Das Halbzeug besteht aus einem Stahldraht mit einem Durchmesser von 1,2 mm. Es wird bei einer Durchlaufgeschwindigkeit von 7 m/s mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 2180 K/s auf die Glühtemperatur von 800°C aufgeheizt und anschließend ohne Haltezeit mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 660 K/s auf Raumtemperatur abgeschreckt. Danach erfolgt eine Ofenauslagerung bei 350°C über eine Zeitdauer von 4 h. Die erreichten mechanischen Kennwerte liegen bei

$$R_m = 400 \text{ MPa}$$

$$A_{l_{0-100}} = 30\%.$$

In beiden Beispielen erfolgen alle Wärmebehandlungsschritte unter einer Schutzatmosphäre.