

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 616 646 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

13.01.1999 Patentblatt 1999/02

(21) Anmeldenummer: **93922928.2**

(22) Anmeldetag: **11.10.1993**

(51) Int Cl.⁶: **C21D 9/00, C21D 1/667**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP93/02777

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/09164 (28.04.1994 Gazette 1994/10)

(54) **VERFAHREN ZUR WÄRMEBEHANDLUNG VON METALLISCHEM GUT**

METHOD FOR THE THERMAL TREATMENT OF METAL PRODUCTS

PROCEDE DE TRAITEMENT THERMIQUE DE PRODUITS METALLIQUES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

(30) Priorität: **10.10.1992 DE 4234285**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.09.1994 Patentblatt 1994/39

(73) Patentinhaber: **HEIMSOTH VERWALTUNGEN GmbH & CO. KG Beteiligungsgesellschaft D-31134 Hildesheim (DE)**

(72) Erfinder: **BITTNER, Hans-Georg D-31177 Harsum (DE)**

(74) Vertreter: **Glaeser, Joachim, Dipl.-Ing.**

**Patentanwälte
DIEHL GLAESER HILTL & PARTNER
Königstrasse 28
22767 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 109 892	WO-A-86/05210
WO-A-92/02316	DE-A- 3 234 863
FR-A- 2 165 925	GB-A- 2 001 271

- **HAERTEREI TECHNISCHE MITTEILUNGEN. Bd. 45, Nr. 6, Dezember 1990, MUNCHEN DE Seiten 325 - 329 J.WÜNNING 'Die Wärmebehandlung in der Fertigungslinie mit einem neuartigen Rollenherdofen'**

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 0 616 646 B1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Härten von relativ dünnen, schnell abzukühlenden Stahlteilen in einem Rollenofen, wobei die Stahlteile nach einer Aufheizphase in den sogenannten Hochtemperaturbereich oberhalb von ca. 800-1250° C direkt auf den Keramikrollen des Rollenofens aufliegend gebracht werden.

Ein derartiges Verfahren ist bekannt (HTM Härtereitechnische Mitteilungen, Bd. 45, Nr. 6, Dezember 1990, München, Seiten 325-329, insbesondere Seiten 327 und 328). Für die Abkühlung nach dem Aufheizen wird die indirekte Kühlung unter Schutzgas, die Spritzkühlung mit Wasser oder Öl, die Tauchkühlung in Wasser, Öl, Salz oder die Pressenabkühlung oder -formgebung vorgeschlagen. Die Abkühlung mit Luft- oder Gasprallstrahlen wird in besonderen Vorrichtungen als interessant angesehen.

Bei einer bekannten Kühleinrichtung mit Luftsprahdusen (WO-A-92 02316) für die Abkühlung von Strangpressprofilen sind oberhalb und unterhalb einer Rollenbahn Düsen angeordnet.

Darüber hinaus ist es bislang üblich im Zusammenhang mit der Wärmebehandlung von Metallteilen solche Öfen einzusetzen, die eine Schutzgasatmosphäre aufweisen und teilweise elektrisch beheizt sind, um zu verhindern daß sich beispielsweise der Kohlenstoffgehalt der Metallteile während des Wärmebehandlungsvorganges ändert bzw. die Metallteile aufoxidieren. In diesem Zusammenhang ist weder die Aufkohlung noch die Entkohlung noch die Aufoxidation erwünscht.

Die Erfindung befaßt sich mit dem Problem, die Härtung von Stahlteilen zu ermöglichen, so dass die Teile sich nicht verziehen und lediglich unerhebliche Randauf- bzw. Randentkohlungserscheinungen sowie Randaufoxidations- bzw. Randzunderbildungserscheinungen auftreten.

Erreicht wird dies durch ein Verfahren der eingangs genannten Art, welches durch die Merkmale der Kennzeichens des Anspruchs 1 gekennzeichnet ist. Mit dem Verfahren nach der Erfindung werden sogar Wärmeübergangskoeffizienten aus dem Bereich der Ölabschreckung vor bis zu 1000 - 4000 W/m²K erreicht.

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung ist der Temperaturgradient unmittelbar oberhalb der Rollenbahn so gering, daß die sich dort befindenden Metallteile nicht verziehen können. Eine solche Temperaturverteilung kann aber nur mit einem Rollenofen erreicht werden.

Um den Sauerstoffgehalt im Ofen möglichst gering zu halten, werden die Brenner im Hochtemperaturbereich, dem Austenitisierungsbereich, ohne Luftüberschuß betrieben. Beim Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung werden die Brenner also derartig eingestellt, daß in der Tat auf ein Schutzgas verzichtet werden kann. Dies liegt darin begründet, daß die Stahlteile an der Oberfläche leicht verzundern, und zwar mit einer

Schichtdicke im Bereich von ca. 0.01 - 0.03 mm. Diese Randverzunderung hat keinen Einfluß auf die Produktqualität, im Gegenteil wird durch die Verzunderung verhindert, daß die Stahlteile auf- bzw. entkohlen, so daß ein gleichmäßiges Gefüge nach der Wärmebehandlung erzielt wird und lediglich eine Randentkohlung von ca. 0.01 - 0.03 mm auftritt. Diese leichte Randentkohlung bzw. Verzunderung wird häufig zugelassen, da in der Regel in nachgeschalteten Arbeitsschritten ohnehin eine Oberflächenbearbeitung durchgeführt wird. Bei ausreichend hohen Luftgeschwindigkeiten hat sich herausgestellt, daß das Gut eine zunderfreie, Schwarze Oberfläche aufweist, so daß keine zusätzliche oberflächenbearbeitung mehr erforderlich ist.

Da das Temperaturfeld unmittelbar oberhalb der Rollen bei dem Verfahren gemäß der Erfindung räumlich konstant eingestellt werden kann, ist es möglich, gleichzeitig Metallteile mit unterschiedlichen Abmessungen zu behandeln, insbesondere wenn die Dicke dieser Teile nicht wesentlich unterschiedlich ist.

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung kann zwischen dem eigentlichen Erwärmungsteil, dem Austenitisierungsteil, und dem Kühlteil eine exakte Atmosphärenentrennung zB durch eine Schleuse realisiert werden. Benötigt man in der Hochtemperaturzone eine reduzierende Atmosphäre, so wird im Kühlteil reine, kalte Luft aufgeblasen.

Bei dem Verfahren nach der Erfindung kann die Kühlung kontinuierlich oder auch pulsierend betrieben werden, das bedeutet, daß die Kühlung erst einsetzt, wenn ein Werkstück die Kühlstelle erreicht hat.

Die Auslegung des Düsenfeldes geschieht nach zwei Gesichtspunkten. Einmal, um eine sehr hohe Wärmeübergangszahl zu erreichen. Für die Intensität der Kühlung wird das Düsenfeld mit unterschiedlichen Vordrücken betrieben werden, beispielsweise von leichtem Überdruck von 1 bar bis zu 20 bar Überdruck. Das Düsenfeld kann zum einen aus Düsen und zum anderen aus einer Platte, in die Löcher sowie Schlitz eingearbeitet sind, ausgebildet sein. Der Düsendurchmesser sowie das Teilungsverhältnis der Düsen wird nach entsprechenden Materialanforderungen des zu kühlenden Gutes ausgewählt. Auch in diesem Punkt ist zu nennen, daß neben der Düsenform auch der Düsenabstand zwischen dem Werkstück und Düse variiert werden, um eine intensive Kühlung zu bekommen. Die Abstände der Düsen der beiden Felder sollen möglichst klein und gleich groß sein. Die Rollen sollten geringe Durchmesser haben.

Die bei der Gutmühlung beim Härten freiwerdende Wärme kann in Form von vorgewärmter Luft in der Größenordnung von 100-400°C den Brennern der Aufheizzone zugeführt werden. Damit erhält man eine Wärmerückgewinnung und einen niedrigeren Energieverbrauch.

Folgende Düsenanordnungen sind denkbar :

- quadratische Düsenanordnungen,

- gleichseitige Dreiecke als Düsenanordnungen und
- gleichschenklige und gleichseitige Dreiecke als Düsenanordnung.

Das Düsenfeld kann so ausgebildet sein, daß die Abströmung der Luft nach einer Seite bzw. auch nach allen vier Seiten stattfindet bzw. nur nach zwei Seiten stattfindet oder wieder abgesaugt wird. Die Düsendurchmesser können im Bereich von 1,0-4,0 mm liegen. Die Düsen können mit oder auch ohne Düsenhals ausgebildet werden. Die Länge des Düsenhalses kann von 0-50 mm variabel sein. Die Temperatur der Luft, die aus den Düsen austritt, kann zwischen Raumtemperatur und 150°C betragen. Das Material (das Gut) kann somit je nach Materialdicke in wenigen Sekunden auf Temperaturen zwischen 40 und 100°C heruntergekühlt werden.

Es ist erstrebenswert einen sehr intensiven Wärmeübergang zu erhalten. Dieses ist dann gegeben, wenn der Abstand von Düse zum Gut sehr gering ist. Dagegen ist es für die Temperaturgleichmäßigkeit wichtig, daß ein gewisser Abstand eingehalten wird, damit sich die gesamte Prallströmung in der Form ausbildet, daß sich die einzelnen Düsenkegel hinreichend überlappen. Darüber hinaus sollte der Düsendurchmesser zur Erzielung eines hohen Wärmeübergangs recht klein gewählt werden, was allerdings einen größeren Druckwiderstand bedingt und höhere Vordrücke zur Folge hat. Ein optimaler Wärmeübergang ist dann erreicht, wenn die Düsenteilung gleich dem Düsenabstand zum Gut ist.

Die Rollengeschwindigkeiten im Ofen im Erwärmungsteil Zone I bis III sowie im Kühlteil Zone IV können verschieden sein.

Es liegt auch im Rahmen der Erfindung für sehr kleine Teile, anstelle der Rollenbahn im Bereich des Düsenfeldes ein Gitter oder Netz einzusetzen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung beispielsweise erläutert:

Figur 1 zeigt eine schaubildliche Längsansicht eines Rollenofens zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung.

Figuren 2 bis 4 zeigen Ansichten der Düsenfelder in unterschiedlichen Ausführungsformen.

In Figur 1 ist ein Rollenofen schematisch wiedergegeben, wobei die Rollenbahn durch die Querschnittsdarstellung der Rollen zu erkennen ist. Links befindet sich der Einlauf und rechts der Auslauf. Der Ofen besteht aus drei räumlich voneinander abgegrenzten Stufen I, II und III.

In der Zone I (VWZI) befinden sich keine Brenner, hier befindet sich eine Einrichtung, um das Ofengas aufzunehmen und über den Kamin abzuführen. Darüber hinaus wird zur Einstellung der Temperaturkurve Luft

eingeblassen.

In der Figur 1 sind die Brenner oberhalb und unterhalb der Rollenbahn schematisch wiedergegeben. In der Zone II (HZ) sind mehr Brenner als in der Zone I (VWZ II) gezeigt, um auf diese Art und Weise zum Ausdruck zu bringen, daß es sich bei der Zone II um den Hochtemperaturbereich handelt. Das Gut muß möglichst schnell aus der Zone II in die Zone III (Schnellkühlzone KZ) gebracht werden.

in der Zone III, ist eine Absaugung der erwärmten Kuhlluft vorgesehen, die zur Vorwärmung der Verbrennungsluft dienen kann. Der Erwärmungsteil ist vom Kühlteil durch eine Schleuse S getrennt.

In der Zone III wird das Gut mittels Düsenfeldern sehr schnell gekühlt.

Figur 2 zeigt eine Seitenansicht einer Ausgestaltung der Kühlzone mit oberhalb und unterhalb der Rolle angeordneten Düsen.

Figur 3 zeigt eine Ansicht, in der die räumliche Zuordnung der Düsen eines oberen und eines unteren Düsenfeldes zu erkennen sind. Mit U und O sind die einzelnen Düsen des oberen bzw. des unteren Düsenfeldes bezeichnet. Die besten Ergebnisse werden bei kleinen Abständen zwischen den Düsen sowie zum Gut erzielt.

Figur 4 zeigt eine seitliche Ansicht einer weiteren Ausführungsform eines Düsenfeldes, wobei in diesem Falle zwischen den einzelnen oberen Düsenfeldern Luftabsaugeinrichtungen zu erkennen sind, durch die die Grenzschicht abgesaugt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Härten von relativ dünnen, schnell abzukühlenden Stahlteilen in einem Rollenofen, wobei die Stahlteile nach einer Aufheizphase in den sogenannten Hochtemperaturbereich oberhalb von ca. 800 - 1250° C direkt auf Keramikrollen des Rollenofens aufliegend gebracht und auf der Rollenbahn in die Kühlzone gefördert werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Stahlteile in der Kühlzone mittels von sowohl ober- als auch unterhalb der Rollenbahn angeordneten Luftdüsenfeldern mit Prallströmungen räumlich gleichmäßig, örtlich gleichzeitig und sehr schnell unter die Martensit-Starttemperatur abgekühlt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den einzelnen Düsenfeldern Lüft zwecks Absaugung der Grenzschicht abgesaugt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mit Wärmeübergangskoeffizienten im Bereich von 1000 bis 4000 W/m²K gekühlt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, dass Stahlteile wie Kugellaperringe, Messer, Sägen, Zangen, Fräser und dergl. gehärtet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftdüsen kontinuierlich oder pulssierend betrieben werden.

Claims

1. Method for hardening relatively thin, fast coolable steel parts in a roller furnace, wherein after a heating phase the steel parts directly resting on the ceramic rollers of the roller furnace are brought into the so-called high temperature range above 800 - 1250 °C and are transported on the roller conveyor into the cooling zone, characterised in that the steel parts are cooled below the initial martensite temperature in the cooling zone in a spatially regular, locally simultaneous and very fast way by means of air nozzle fields with impact streams arranged above as well as below the roller conveyor.

2. Method according to claim 1, characterised in that air is sucked off between the individual nozzle fields in order to suck off the boundary layer.

3. Method according to claim 1, characterised in that the cooling is carried out with heat-transfer coefficients in the range from 1000 to 4000 W/m²K.

4. Method according to claim 1, characterised in that steel parts like ball-bearing rings, knives, saws, pliers, milling cutters and similar items are hardened.

5. Method according to claim 1 characterised in that the air nozzles are operated continuously or intermittently.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une aspiration d'air est effectuée entre les champs de buses afin d'aspirer la couche limite.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le refroidissement s'effectue avec des coefficients de transmission de chaleur compris entre 1000 et 4000 W/m²K.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la trempe concerne des pièces d'acier telles que des bagues de roulements à billes, des couteaux, des scies, des pinces, des fraises et objets analogues.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les buses d'air sont actionnées en continu ou par impulsions.

Revendications

1. Procédé pour la trempe de pièces d'acier relativement minces à refroidir rapidement dans un four à rouleaux, les pièces d'acier étant amenées après une phase d'échauffement dans la zone dite de haute température au-dessus de 800 à 1250°C en étant appliquées directement sur des rouleaux en céramique du four à rouleaux et transportées sur le transporteur à rouleaux dans la zone de refroidissement, caractérisé en ce que les pièces d'acier sont refroidies, de manière spatialement uniforme, localement simultanée et très rapide, au-dessous la température du début de formation de martensite dans la zone de refroidissement, au moyen de champs de buses d'air émettrices d'écoulements à jets concourants disposés aussi bien au-dessus qu'au-dessous du transporteur à rouleaux.

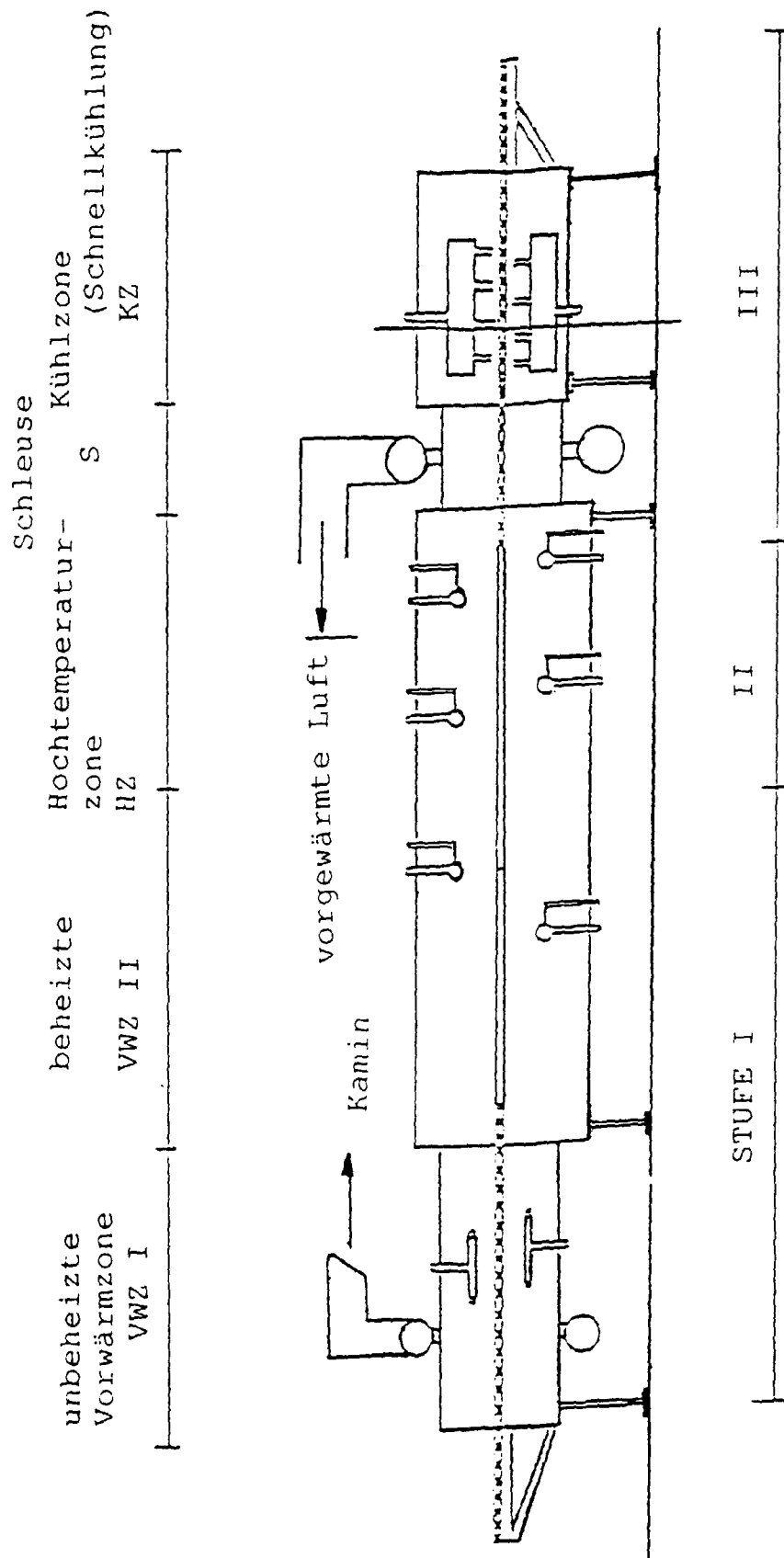


Fig. 1

Fig. 2

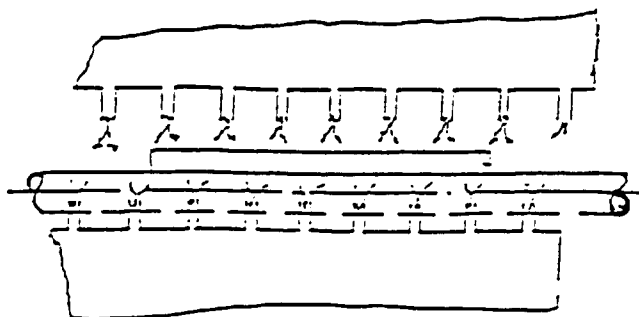


Fig. 3

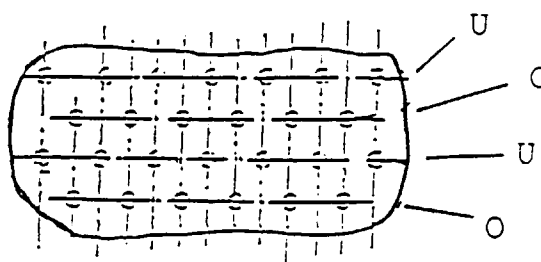


Fig. 4

