

①



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

①

Veröffentlichungsnummer: **0 103 705 B1**

②

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
17.09.86

⑤

Int. Cl.⁴: **C 21 D 1/56, C 21 D 1/20**

⑥

Anmeldenummer: **83107322.6**

⑦

Anmeldetag: **26.07.83**

⑤

Verfahren zum Wärmebehandeln von Werkstücken.

③

Priorität: **17.08.82 DE 3230531**

④

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.03.84 Patentblatt 84/13

⑤

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.09.86 Patentblatt 86/38

⑧

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

⑥

Entgegenhaltungen:
DE - A - 2 455 280
DE - B - 1 198 569
DE - B - 2 158 459
DE - C - 872 956
FR - A - 1 423 862
GB - A - 1 002 512
GB - A - 1 216 801

GIesserei, Band 65, Nr. 4, 16. Februar 1978,
Düsseldorf, J. DODD "Zwischenstufenvergütung von
Gusseisen mit Kugelgraphit", Seiten 73-80
HTM, Band 36, Nr. 4, Juli/August 1981, München, W.
LUTY "Untersuchung der thermokinetischen
Eigenschaften und des Anwendungsbereiches einer
Wirbelschicht als Abschreckmedium", Seiten 194-199

⑦

Patentinhaber: **Ruhrgas Aktiengesellschaft,
Huttropstrasse 60 Postfach 10 32 52,
D-4300 Essen 1 (DE)**

⑦

Erfinder: **Kühn, Friedhelm, Dr., Fichtestrasse 108,
D-4330 Mülheim (DE)**

⑦

Vertreter: **Zenz, Joachim Klaus et al, Am Ruhrstein 1,
D-4300 Essen 1 (DE)**

EP 0 103 705 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Wärmebehandeln von Werkstücken, bei dem die aus einer Erwärmungsanlage kommenden Werkstücke zur Abkühlung in eine Wirbelschicht eingesetzt werden, die von wenigstens einem in einer Hauptströmungsrichtung geführten Gasstrom erzeugt wird, wobei ein Wirbelschichtmedium verwendet wird, das eine höhere Wärmeleitfähigkeit besitzt als der Werkstoff der abzukühlenden Werkstücke.

Zum Kühlen erhitzter Werkstücke bedient man sich häufig Öl- oder Salzbadern, in die die Werkstücke eingetaucht werden. Dieses herkömmliche Kühlverfahren hat den Vorteil eines gleichmässigen und exakt steuerbaren Wärmeentzugs selbst an komplizierten Werkstückoberflächen. Ein schwerwiegender Nachteil des Einsatzes von Öl- oder Salzbadern zum Kühlen von erhitzten Werkstücken liegt aber darin, dass die Werkstücke nach der Entnahme aus dem Bad regelmässig gereinigt werden müssen. Dies bedingt einen erheblichen Arbeitsaufwand. Ausserdem fällt öl- oder salzhaltiges Abwasser an, welches die Umwelt belastet und zum Teil Deponien zugeführt werden muss. Bei Einsatz eines Salzbadens zum Kühlen sind ausserdem zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen erforderlich. Erhebliche Kosten bedingen auch die Austragsverluste der Bäder, und zwar sowohl bei Ölbadern als auch bei Salzbadern.

Bekannt sind auch Verfahren zur trockenen Wärmebehandlung erhitzter Werkstücke durch gesteuerten Wärmeentzug in einem Fliess- oder Wirbelbett. Bei einem aus der DE-A-2 455 280 bekannten Wärmebehandlungsverfahren der eingangs genannten Art wird ein Kontaktfeststoff hoher Wärmeleitfähigkeit, z.B. Kupferpulver, in einem aufsteigenden Gasstrom nach Art eines Fliessbetts verwirbelt und im verwirbelten Zustand mit der Oberfläche des im Fliessbett stationär gehaltenen Werkstücks in Kontakt gebracht. Eine solche trockene Wärmebehandlung hat gegenüber Öl- oder Salzbadern den Vorteil, dass die so behandelten Werkstücke nach der Entnahme aus der Wirbelschicht keiner Reinigungsbehandlung bedürfen und daher die oben genannten Nachteile bezüglich Energieaufwand und Umweltbelastung entfallen. Auch sind die Austragsverluste aus der Wirbelschicht gering. Diesen Vorteilen steht aber der Nachteil eines im Vergleich zu Bädern wesentlich ungleichmässigeren Wärmeentzugs gegenüber, so dass vor allem bei komplizierten Werkstückoberflächen den herkömmlichen Badbehandlungen zum Kühlen von Werkstücken der Vorzug gegeben wurde.

Aus der DE-B-2 158 459 ist ferner eine Vorrichtung zum Wärmebehandeln von zu Ringen gehaspelem Draht oder Band bekannt, bei dem der Drahtling entweder in ein Öl- oder Salzbad oder in ein Fliessbett getaucht und in diesem mit Hilfe eines Schwingungssystems bewegt wird. Das Bewegen des Drahtlings gegenüber dem Bad oder Fliessbett verbessert den Wärmeaustausch zwischen Kühlmedium und dem der Schwin-

gungsbewegung ausgesetzten Werkstück, gleicht aber die bessere Wirksamkeit von Öl- oder Salzbadern keineswegs aus. Ausserdem ist die bekannte Wärmebehandlungsvorrichtung nur im Chargenbetrieb, nicht aber in einem kontinuierlichen Durchlaufkühlverfahren verwendbar.

Die Möglichkeit einer kontinuierlichen Wärmebehandlung bei etwa gleicher Temperatur in einem Fliessbett ist aus der GB-A-1 002 512 bekannt. Auch hier ist ein mit Öl- oder Salzbadern vergleichbarer einheitlicher Wärmeentzug durch Oberflächenkontakt der Werkstücke mit den Feststoffteilchen nur dann möglich, wenn Werkstücke mit einheitlichen, z.B. runden Oberflächenformen behandelt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Wärmebehandlungsverfahren der eingangs genannten Art, das bei geringerem Arbeitsaufwand und Energiebedarf wesentlich umweltfreundlicher arbeitet als die bekannten Badbehandlungen, so zu verbessern, dass ein wirksamerer und vor allem gleichmässigerer Wärmetausch zwischen den Werkstückoberflächen und dem Wirbelschichtmedium gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Werkstücke beim Abkühlen relativ zu dem die Wirbelschicht erzeugenden Gasstrom bewegt werden, während einzelne impulsartige Gasstrahlen im wesentlichen rechtwinklig zur Hauptströmungsrichtung des Gasstroms in die Wirbelschicht eingeleitet werden, und dass die Wirbelschicht während der Behandlungsdauer der Werkstücke in der Wirbelschicht auf im wesentlichen konstanter Temperatur gehalten wird.

Durch die Erfindung gelingt es, die Vorteile der trockenen Wärmebehandlung von Werkstücken in einer Wirbelschicht, d.h. geringerer Arbeitsaufwand und Energiebedarf sowie geringere Umweltbelastung, mit denjenigen herkömmlicher Wärmebehandlungen in flüssigen Bädern, d.h. gleichmässigerer und intensiverer Wärmetausch zwischen Werkstücken und Wirbelschichtmedium sowie bessere Steuerbarkeit der Betriebsparameter zu vereinigen.

Der in der Hauptströmungsrichtung geführte Gasstrom besteht in der Praxis meist aus mehreren, im wesentlichen parallel verlaufenden Teilströmen, die gemeinsam die Wirbelschicht (auch «Wirbelbett» oder «Fließbett» genannt) erzeugen. Die Betriebsparameter der Wirbelschicht sind erfindungsgemäss so gewählt, dass sich Kühlbedingungen ergeben, die sogar eine Behandlung relativ grosser Werkstücke mit komplizierter Oberfläche zulassen. Insbesondere sorgt die Erfindung durch die impulsartigen Einzelstrahlen quer zur Hauptströmungsrichtung des das Wirbelbett erzeugenden Gasstromes sowie durch die Bewegung der Werkstücke dafür, dass an den Werkstückoberflächen auch in den sogenannten Windschattenzonen ein ständiger Partikelaustausch stattfindet. Damit ist selbst bei kompliziert strukturierten Werkstückoberflächen ein einheitlicher Wärmeübergang zum Wirbelschichtmedium gewährleistet.

Die Konstanthaltung der Temperatur stellt si-

cher, dass gleichbleibende Wärmeübergangsbedingungen herrschen, wobei ein ausreichend rascher Wärmeübergang dadurch gefördert wird, dass die Wärmeleitfähigkeit des Wirbelschichtmediums höher als die des abzukühlenden Werkstoffes ist.

Das Wirbelschichtmedium besteht vorzugsweise aus Partikeln metallischen oder nicht metallisch-anorganischen Charakters; Beispiele hierfür sind Aluminiumlegierungen oder Carbide, soweit sie eine höhere Wärmeleitfähigkeit haben als der in der Regel metallische Werkstoff der zu behandelnden Werkstücke.

Bei der Relativbewegung der Werkstücke kann es sich um eine Vibrationsbewegung oder um langhubige Bewegungen handeln. Die Bewegungsrichtung ist nicht kritisch, jedoch müssen die Bewegungen, wenn sie in Strömungsrichtung eines Gasstroms erfolgen, schneller als die Gasströmung sein.

Das erfindungsgemässe Verfahren eignet sich ganz besonders gut zur Zwischenstufenvergütung von Werkstücken. Bisher musste man vor allem beim Einsatz von Ölbädern besondere Sorgfalt auf die Reinigung der Werkstücke verwenden, da sonst die Gefahr bestand, dass Ölreste im nachgeschalteten Halteofen, in dem die Gefügeumwandlung stattfindet, verdampften oder verbrannten und zu kaum beherrschbaren Schadstoffemissionen führten. Diese Gefahr besteht bei der Erfindung nicht.

Erfindungsgemäss werden die aus der Erwärmungsanlage kommenden Werkstücke zum Zwischenstufenvergüten zunächst in der Wirbelschicht abgekühlt und danach in an sich bekannter Weise in eine Gefügeumwandlungsanlage überführt. Bei Anwendung dieses Verfahrens zum Zwischenstufenvergüten von Werkstücken aus Graugusslegierungen können die Werkstücke beispielsweise auf folgende Temperaturen gebracht werden:

- auf etwa 900 °C in der Erwärmungsanlage;
- auf etwa 350 °C (Temperatur in den Randzonen der Werkstücke) bei der Abkühlung in der Wirbelschicht; und

- auf etwa 400 °C (erwünschte Haltetemperatur) in der Gefügeumwandlungsanlage.

Die Kühlbedingungen in der Wirbelschicht lassen sich optimal an die nachfolgende Behandlung in der Gefügeumwandlungsanlage anpassen.

Unter Umständen kann es vorteilhaft sein, dass mit dem Gasstrom Feuchtigkeit, vorzugsweise als Wasserdampf, in die Wirbelschicht eingetragen wird. Dadurch lässt sich ein höherer Wärmeübergangskoeffizient einstellen. Falls erforderlich, kann auf diese Weise die Aufenthaltszeit der Werkstücke in der Wirbelschicht verkürzt werden. Die Zuführung der Feuchtigkeit als Wasserdampf stellt sicher, dass sich keine Klumpen im Wirbelschichtmedium bilden.

Vorzugsweise besitzt das Wirbelschichtmedium über einen weiten Temperaturbereich, beispielsweise von etwa 600 °C, eine konstante Strahlungszahl. Dadurch wird ein rascher Temperatur-

ausgleich innerhalb der Wirbelschicht sichergestellt.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal wird ein die Wirbelschicht erzeugendes Gas verwendet, das dasselbe elektrische Ladungsvorzeichen wie die Partikel des Wirbelschichtmediums hat. Dadurch vermeidet man elektrostatische Aufladungen, die unter Umständen zu einem Zusammenhaften der Wirbelschichtpartikel führen können.

Erfindungsgemäss besteht ferner die Möglichkeit, dass das Wirbelschichtmedium während des Be- und Entladens der Werkstücke regeneriert wird. Auf diese Weise kann man die Korngrösse des Wirbelschichtmediums konstant halten und, falls erforderlich, die Partikel ausserdem kühlen. Da die Regeneration während des Be- und Entladens der Wirbelschicht erfolgt, vermeidet man Störungen des Kühlvorgangs.

Im Falle des Zwischenstufenvergütens werden die Werkstücke vorzugsweise nur soweit unter die vorgesehene Haltetemperatur abgekühlt, dass die Haltetemperatur nach der Entnahme aus der Wirbelschicht durch den Wärmestrom vom Kern in die Randzonen der Werkstücke erreicht wird. In der anschliessenden Gefügeumwandlungsanlage ist also keine Wärmezufuhr zu den Werkstücken erforderlich. Letztere war bei der bekannten Badkühlung unumgänglich, da sich dort wegen des steilen Temperaturgradienten eine exakte Steuerung verbot und man daher aus Vorsicht gezwungen war, die Werkstücke stärker zu unterkühlen.

Eine besonders günstige Energienutzung ergibt sich bei Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens auf das Zwischenstufenvergüten dadurch, dass die mit dem Gasstrom aus der Wirbelschicht austretende Wärme zum Beheizen der Gefügeumwandlungsanlage benutzt wird.

Um dafür zu sorgen, dass die Abkühlungsbedingungen immer gleich sind, ist es vorteilhaft, dass die Transportdauer der Werkstücke von der Erwärmungsanlage bis in die Wirbelschicht in Abhängigkeit vom Strahlungsverhalten der Werkstücke bemessen wird. Je stärker die Strahlung, desto kürzer sollte die Transportzeit sein. Die Werkstücke gelangen dann immer mit derselben Temperatur in die Wirbelschicht hinein. Auch lassen sich die Temperaturunterschiede innerhalb einer Charge bzw. zwischen einzelnen Werkstückabschnitten beherrschen.

Das erfindungsgemässe Verfahren kann diskontinuierlich, also in einzelnen Chargen, oder kontinuierlich, beispielsweise im Durchlaufbetrieb, durchgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Wärmebehandeln von Werkstücken, bei dem die aus einer Erwärmungsanlage kommenden Werkstücke zur Abkühlung in eine Wirbelschicht eingesetzt werden, die von wenigstens einem in einer Hauptströmungsrichtung geführten Gasstrom erzeugt wird, wobei ein Wirbelschichtmedium verwendet wird, das eine höhere Wärmeleitfähigkeit besitzt als der Werkstoff der abzukühlenden Werkstücke, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Werkstücke beim Abkühlen relativ zu dem die Wirbelschicht erzeugenden Gasstrom bewegt werden, während einzelne impulsartige Gasstrahlen im wesentlichen rechtwinklig zur Hauptströmungsrichtung des Gasstroms in die Wirbelschicht eingeleitet werden, und dass die Wirbelschicht während der Behandlungsdauer der Werkstücke in der Wirbelschicht auf im wesentlichen konstanter Temperatur gehalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aus der Erwärmungsanlage kommenden Werkstücke zum Zwischenstufenvergüten zunächst in der Wirbelschicht abgekühlt und danach in eine Gefügeumwandlungsanlage überführt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Gasstrom Feuchtigkeit, vorzugsweise als Wasserdampf, in die Wirbelschicht eingetragen wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Wirbelschichtmedium über einen weiten Temperaturbereich eine konstante Strahlungszahl besitzt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das in der Wirbelschicht verwendete Gas dasselbe elektrische Ladungsvorzeichen besitzt wie die Partikel des Wirbelschichtmediums.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Wirbelschichtmedium während der Chargierzeit der Werkstücke regeneriert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Werkstücke nur soweit bezüglich der erwünschten Haltetemperatur unterkühlt werden, dass ihre Haltetemperatur nach der Entnahme aus der Wirbelschicht durch den Wärmestrom vom Kern in die Randzonen der Werkstücke erreicht wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Gasstrom aus der Wirbelschicht austretende Wärme zum Beheizen der Gefügeumwandlungsanlage benutzt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportdauer der Werkstücke von der Erwärmungsanlage bis in die Wirbelschicht in Abhängigkeit von dem Strahlungsverhalten der Werkstücke eingestellt wird.

Revendications

1. Procédé de traitement thermique de pièces d'œuvre suivant lequel les pièces sortant d'une installation de traitement thermique sont placées pour être trempées dans un lit fluidisé, engendré par au moins un courant de gaz s'écoulant dans une direction principale, ledit lit fluidisé étant constitué par un fluide dont la conductibilité thermique est supérieure à celle du matériau des pièces à tremper, caractérisé par le fait que pendant la trempe, lesdites pièces sont mues par rapport audit courant de gaz engendrant ledit lit fluidisé, pendant que plusieurs jets de gaz pulsés sont in-

troducts dans ledit lit fluidisé en principe perpendiculairement à la direction dudit courant principal et que ledit lit fluidisé est maintenu à une température quasiment constante pendant toute la durée de traitement desdites pièces dans ledit lit fluidisé.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdites pièces sortant de ladite installation de traitement thermique sont d'abord trempées dans ledit lit fluidisé puis transférées dans une installation pour transformation de leur structure.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2 caractérisé par le fait que de l'humidité, de préférence sous forme de vapeur d'eau, est introduite par ledit courant de gaz dans ledit lit fluidisé.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé par le fait que la constante de Stefan du fluide constituant ledit lit fluidisé reste invariable sur une grande plage de température.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé par le fait que la charge électrique du gaz dans ledit lit fluidisé est du même signe que celle des particules dudit lit fluidisé.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé par le fait que le fluide constituant ledit lit fluidisé est régénéré pendant le temps de chargement desdites pièces.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6 caractérisé par le fait que lesdites pièces ne sont trempées qu'à une température assurant qu'après leur sortie dudit lit fluidisé, la température de maintien soit atteinte par le transfert de chaleur du cœur jusqu'au bord des pièces.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 7 caractérisé par le fait que la chaleur sortant dudit lit fluidisé et contenue dans ledit courant de gaz est utilisée pour chauffer l'installation de transformation de la structure des pièces.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisé par le fait que le temps de transfert desdites pièces de ladite installation de traitement thermique jusqu'au lit fluidisé est réglé en fonction du rayonnement desdites pièces.

Claims

1. A method of heat treating work pieces wherein work pieces discharged from a heat treatment facility are placed for quenching into a fluidized bed which is produced by at least one gas stream guided in a main flow direction, a fluidized bed medium being used which has a higher thermal conductivity than the material of the work pieces being quenched, characterized in that said work pieces are moved during quenching relative to the gas stream producing said fluidized bed while individual pulsed gas jets are injected into said fluidized bed at substantially right angles to the main direction of flow of said gas stream and in that said fluidized bed is held at a substantially constant temperature during the treatment of said work pieces in said fluidized bed.

2. A method according to claim 1 characterized in that work pieces discharged from said heat treatment facilities are first quenched in said fluidized bed and then transferred to a plant for phase transformation.

3. A method according to claim 1 or 2 characterized in that moisture, preferably as steam, is added to said fluidized bed with the gas stream.

4. A method according to any of claims 1 through 3 characterized in that said fluidized bed medium has a constant Stefan-Boltzmann constant over a wide temperature range.

5. A method according to any of claims 1 through 4 characterized in that the gas used in said fluidized bed has the same electrical charge sign as the particles of said fluidized bed medium.

6. A method according to any of claims 1 through 5 characterized in that said fluidized bed

medium is regenerated during the work piece loading time.

7. A method according to any of claims 2 through 6 characterized in that the work pieces are only quenched to a temperature relative to the desired soaking temperature such that following removal from said fluidized bed said soaking temperature is reached by the flow of heat from the core to the outer edges of said work pieces.

8. A method according to any of claims 2 through 7 characterized in that the heat leaving said fluidized bed is used for heating the facility for phase transformation.

9. A method according to any of claims 1 through 8 characterized in that the time required for work piece travel from said heat treatment facility to said fluidized bed is controlled as a function of the heat radiation from said work pieces.