

 12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 21 Anmeldenummer: **89730075.2**

 51 Int. Cl.⁴: **C 21 D 1/62**

C 21 D 9/08, C 21 D 11/00

 22 Anmeldetag: **17.03.89**

 30 Priorität: **18.03.88 DE 3809645**

 71 Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
D-4000 Düsseldorf 1 (DE)

 43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.09.89 Patentblatt 89/39

 72 Erfinder: **Hofmann, Georg, Dipl.-Ing.**
Kleiansring 13
D-4000 Düsseldorf 31 (DE)

 64 Benannte Vertragsstaaten: **DE ES FR GB IT**

 74 Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner Patentanwälte Herbertstrasse 22
D-1000 Berlin 33 Grunewald (DE)

Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Hinzufügung der versehentlich nicht eingereichten Seiten 7, 8 und 15 liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 2.2).

 54 **Verfahren zum Abkühlen von Hohlkörpern.**

 57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abkühlen von Hohlkörpern, insbesondere von Rohren oder Behältern aus Stahl, wobei auf die äussere Oberfläche ein Kühlmittel aufgebracht wird und die Kühlmittelmenge während des Abkühlens vermindert wird. Um eine Vergleichmäßigung der Abkühlung zu erreichen, wird erfindungsgemäss spätestens mit Erreichen des Bereiches der Leidenfrost-Temperatur in der Kühlzone eine scharfe Drosselung der Kühlmittelzufuhr vorgenommen, wobei der zeitliche Verlauf der spezifischen Kühlmittelmenge V in Abhängigkeit verschiedener Parameter errechnet und gesteuert wird.

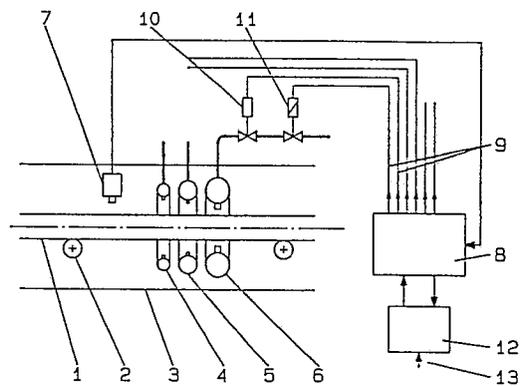


Fig. 2

Beschreibung

Verfahren zum Abkühlen von Hohlkörpern

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abkühlen von Hohlkörpern (Rohre oder Behälter) aus Stahl im Rahmen einer Wärmebehandlung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Es ist bekannt, das Abschrecken von erhitzten Rohren oder Behältern aus Stahl zum Härten durch Eintauchen in Flüssigkeitsbäder (z.B. Öl oder Aquatensite) oder durch Aufspritzen von Wasser oder Wasser/Luft-Gemischen zu bewirken. Sehr gute Ergebnisse werden auch dadurch erzielt, daß derartige Hohlkörper unter einem laminaren Wasservorhang abgekühlt werden. Der Umstand, daß die Kühlwirkung während des gesamten Abkühlvorgangs in Abhängigkeit von der Oberflächentemperatur der Hohlkörper starken Änderungen unterworfen ist, wird bisher lediglich insoweit berücksichtigt, als bestimmte Werkstoffe, bei denen eine Wasserabschreckung zu schroff wäre und in der Oberfläche zu Härterissen führen würde, mit Kühlmedien behandelt werden, denen wie beispielsweise Öl von vornherein eine verminderte Kühlwirkung zukommt.

Es ist darüber hinaus allgemein bekannt, daß beim Abkühlen von Hohlkörpern aus Stahl anfangs in der Regel eine schnellere Temperaturabnahme im Hohlkörper als am Ende einer Wärmebehandlungsmaßnahme stattfindet. Diese Wirkung tritt bei Verwendung von Wasser- oder Ölbadern zur Abkühlung ohne äußeres Zutun ein. Die Bestrebungen zur Verbesserung von Abkühlvorgängen gingen daher bisher im allgemeinen in Richtung einer weiteren Intensivierung der Kühlwirkung.

In der DE-OS 20 40 610 wird beispielsweise vorgeschlagen, zur Erzielung einer schnellen und äußerst wirksamen Kühlung geringe Mengen von Wasser in einen Hochgeschwindigkeitsluftstrom einzuspritzen und den gebildeten Zerstäubungsstrahl mit hoher Geschwindigkeit auf die Oberfläche des abzukühlenden Gegenstandes aufzusprühen. Dies führt zu einer deutlich schrofferen Abkühlung als eine Wasserbadkühlung.

Aus der DE-OS 32 17 081 ist es darüberhinaus bekannt, zur Abkühlung von Stahlrohren Spritzdüsen zum Aufspritzen von z.B. Kühlwasser auf die Rohroberfläche zu verwenden, wobei am Anfang der Abkühlung größere Spritzdüsen eingesetzt werden. Sinn dieser Maßnahme ist wiederum die Intensivierung der Kühlwirkung, die insbesondere als notwendig dafür angesehen wird, den zu Beginn der Abkühlung auf der Rohroberfläche gebildeten Dampffilm (Filmverdampfung) zu entfernen, da dieser eine noch schnellere Wärmeabfuhr behindert.

Ferner ist aus der DE-OS 30 37 639 ein Verfahren zum Abschrecken von Werkstücken aus Stahl in einem Ölbad bekannt, bei dem durch zeitweilige Durchwirbelung des Kühlmittelbades während der Filmverdampfung eine intensivere Kühlung erzielt werden soll.

In der praktischen Anwendung werden häufig aufgrund der verwendeten, nicht entsprechend einstellbaren betrieblichen Einrichtungen zur Abkühlung Werkstücke mit unterschiedlicher Wanddick-

ke aus unterschiedlichen Werkstoffen mit ein und demselben Kühlmittel im Hinblick auf das Wärmebehandlungsergebnis (Gefügeausbildung) in wenig günstiger Weise abgekühlt. Dies ist eine Folge davon, daß es beim Einsatz von Wasser, Öl oder ähnlichen Kühlmitteln z.B. in Form von Kühlmittelbädern zu im Zeitverlauf unterschiedlichen Kühlintensitäten kommt, die im Werkstück ungleichförmige und nicht kontrollierbare Abkühlgeschwindigkeiten verursachen.

Die Ursache liegt in den während des Abkühlens sich ständig ändernden Wärmeübergangsbedingungen, die eine Funktion der Oberflächentemperatur und des Temperaturgradienten im Werkstück sind. Wenn beispielsweise Werkstücke aus dem gleichen Werkstoff aber mit unterschiedlicher Wanddicke nach derselben Kühlmethode in demselben Kühlmedium abgekühlt werden, ergeben sich vielfach unterschiedliche technologische Eigenschaften der behandelten Werkstücke. Es ist leicht einsehbar, daß bei unterschiedlichen Wanddicken nicht nur infolge des unterschiedlichen Wärmewiderstandes der Werkstückwände sondern auch als Folge des unterschiedlichen Temperaturgradienten unterschiedliche Abkühlgeschwindigkeiten auftreten und daher unterschiedliche Gefügeausbildungen verursachen. Dieser Sachverhalt wurde in bekannten Kühlverfahren bisher nicht ausreichend beachtet, sondern als unveränderlich hingenommen.

Wie bereits erwähnt, erfolgt im Regelfall lediglich eine grundsätzliche Auswahl des einzusetzenden Kühlmittels, also die Vorgabe, ob ein Werkstoff in Wasser, Öl, an Luft oder in ähnlichen Kühlmitteln abzukühlen ist. So wird etwa für eine Reihe von Stählen das Abschrecken in Öl von vornherein vorgeschrieben, um die gewünschte Gefügeausbildung zu erreichen. Ein Beispiel für eine solche Vorschrift ist das VDTÜV-Werkstoffblatt Nr. 431 (Ausgabe 3/88). Diese Werkstoffe werden dementsprechend auch als "ölhärtende Stähle" bezeichnet. Ein Abschrecken durch Tauchen der erhitzten Werkstücke aus solchen Werkstoffen in Wasser würde eine zu schroffe Abkühlung bewirken, die mit der Bildung von Rissen (Härterisse) in der Werkstückoberfläche verbunden wäre.

Im Vergleich zum Kühlmedium Wasser erfordert z.B. Öl einen erheblich höheren Aufwand im Hinblick auf die Anlagentechnik, den Betrieb, die Pflege und Entsorgung der Kühlmittelvorrichtungen, zumal sowohl das Öl selbst als auch die im Betrieb entstehenden Dämpfe und Verbrennungsprodukte umweltschädigend sein können. Derartige Probleme bringt das Kühlmedium Wasser nicht mit sich.

Auf der anderen Seite besteht beim Einsatz des Kühlmittels Öl gelegentlich der Wunsch, zumindest zeitweilig eine stärkere Kühlwirkung im Abschreckprozeß zu erzielen, als es dieses Kühlmittel zuläßt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die aufgezeigten Mängel möglichst zu vermeiden und insbesondere ein Verfahren anzugeben, mit dem Rohre und Behälter mit hoher Gleichmäßigkeit in der ge-

wünschten Intensität abgekühlt werden können.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1; vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 - 10 angegeben. Gemäß Anspruch 11 wird das Verfahren mit besonderem Vorteil für das Abschrecken von ölhärtenden Stählen eingesetzt.

Grundlage der Erfindung ist die Erkenntnis, daß auch mit Kühlmedien, denen an sich eine gegenüber Öl von vornherein höhere Kühlintensität zukommt, also insbesondere bei der Verwendung von Wasser als Kühlmittel eine gedrosselte Kühlwirkung möglich ist, wenn die Kühlmittelzufuhr in geeigneter Weise beschränkt wird. Es kommt nicht nur darauf an, die spezifische Kühlmittelmenge, d.h. die pro Zeiteinheit auf die Flächeneinheit der Oberfläche des abzukühlenden Hohlkörpers aufzubringende Kühlmittelmenge auf einen ausreichend niedrigen Wert zu bringen, sondern diese Drosselung der spezifischen Kühlmittelmenge ist auch rechtzeitig einzustellen, da zu Beginn der Abkühlung vielfach ein schroffes Abschrecken erwünscht ist. Dabei ist zu beachten, daß sich der Wärmeübergangskoeffizient im Bereich der Leidenfrosttemperatur, bei der das Kühlmittel die Oberfläche des zu kühlenden Hohlkörpers zu benetzen beginnt, drastisch erhöht.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich durch die kontrollierte stufenweise oder auch ggf. stetige Reduzierung der Kühlmittelbeaufschlagung während des Abkühlvorganges aus. Es vermeidet nicht nur Härterisse in ölhärtenden Stählen, es ist auch, da es hauptsächlich mit Wasser - ggf. in Verbindung mit Druckluft - arbeitet, billig in der Anwendung. Es ist vorzugsweise geeignet, die Ölkühlung zu ersetzen, und bietet darüberhinaus auch die Möglichkeit einer Kühlintensitätssteigerung. Dadurch können Werkstoffe, die in Öl bisher etwas zu langsam abkühlen, besser ausgenutzt werden, d.h. bei unveränderter Zusammensetzung mit besseren technologischen Eigenschaften versehen werden, so daß die teure Entwicklung neuer Werkstoffe teilweise überflüssig wird.

Die Schwächen herkömmlicher Kühlverfahren zeigen sich deutlich an den in Figur 1 dargestellten Versuchsergebnissen für eine Kühlung mit einem laminaren Wasservorhang und eine Spritzdüsenkühlung. Bei diesen Versuchen wurde jeweils ein Zylinder von 200 mm Durchmesser und 87,5 mm Wanddicke aus austenitischem Stahl X 5 CrNi 18 9 beschleunigt abgekühlt. Die spezifische Kühlmittelmenge des laminaren Wasservorhangs wurde auf konstant 37 m³/h je m Länge des Zylinders eingestellt, der mit einer Drehzahl von 60 U/min rotierte. Die hierdurch erzielte Abkühlgeschwindigkeit ist, wie die untere Kurve deutlich zeigt, sehr hoch. Bereits nach 40 sec ist die Temperatur von etwa 830 °C auf 250° C abgesunken. Die Temperaturmessung erfolgte dabei innerhalb der Zylinderwand etwa 5 mm unterhalb der Außenoberfläche.

Zum Vergleich wurde an dem gleichen Probekörper eine erheblich mildere Abkühlung vorgenommen, indem das Kühlwasser (mit gleicher Anfangstemperatur) mittels einer Vollkegelspiraldüse auf die Zylinderoberfläche aufgespritzt wurde.

5 Während der Zylinder mit einer Drehzahl von 80 U/min rotierte, betrug die spez. Kühlmittelmenge konstant etwa 127 l/m² je Minute. Die obere Meßkurve zeigt bis in den Temperaturbereich von etwa 600 °C erwartungsgemäß eine geringe Abkühlgeschwindigkeit. Sie beträgt nur etwa ein Zehntel der Abkühlgeschwindigkeit in der Anfangsphase der Laminarkühlung. Unterhalb von 600 °C steigt die Abkühlgeschwindigkeit jedoch drastisch an und erreicht Werte in der Größenordnung der Anfangsphase bei Laminarkühlung. Erst unterhalb von 200 °C ist wieder eine langsame Abkühlung festzustellen.

10 An diesen Versuchen wird deutlich, daß die herkömmlichen Kühlmethoden nicht geeignet sind, gerade in dem für die Gefügeausbildung entscheidenden Temperaturbereich ausreichend milde Abkühlintensitäten sicherzustellen. Dies wird erst durch die erfindungsgemäße Vorgehensweise erreicht, die in dem Temperaturbereich, der einen drastischen Anstieg der Abkühlintensität mit sich bringen würde, eine scharfe Drosselung der spezifischen Kühlmittelmenge vorsieht.

15 Mit dem vorgeschlagenen Kühlverfahren können die z. Z. bekannten Vergütewerkstoffe besser ausgenutzt werden, weil die für eine optimale Gefügeausbildung notwendigen Abkühlgeschwindigkeiten exakt vorgegeben und praktisch realisiert werden können. Das vorgeschlagene Kühlverfahren ermöglicht gleichmäßige Abkühlgeschwindigkeiten ohne plötzliche und unkontrollierbare Schwankungen. Eine Zunahme der Abkühlgeschwindigkeit bei Erreichen einer bestimmten Temperatur, so z.B. bei einer Phasenumwandlung oder insbesondere bei der Leidenfrosttemperatur kann verhindert werden. Das vorgeschlagene Kühlverfahren bietet durch die ständige Anpassung der spezifischen Kühlmittelmenge an die augenblickliche Oberflächentemperatur bei vorgegebener Wanddicke die Möglichkeit, jede gewünschte Kühlintensität einzustellen und einzuhalten und dabei als Kühlmittel insbesondere Wasser zu verwenden. Kennzeichnend für das Verfahren ist die ständige kontrollierte Reduzierung der Kühlmittelbeaufschlagung während des Abkühlvorganges.

45

50

55

60

65

Alternativ zum Nachfahren einer vorgegebenen Zeitreihe für die spezifische Kühlmittelmenge kann die Beeinflussung der Kühlmittelzufuhr während des Abkühlvorganges auch im Sinne eines Regelkreises durchgeführt werden, wobei der elektronischen Steuerung ein zeitabhängiger Sollverlauf der Oberflächentemperatur des abzukühlenden Hohlkörpers vorgegeben wird. Die Vorgabewerte sind materialabhängig. In diesem Fall sind in der Abschreckanlage Sensoren zur Temperaturmessung vorzusehen und

mit der elektronischen Steuerung zu verbinden. Die Steuerung ist dadurch in der Lage, die Einstellwerte für die Regel- und Absperrventile der Kühlsysteme selbsttätig aufzufinden und entsprechend dem angestrebten Abkühlverlauf zeitlich zu verändern.

Es ist auch möglich, eine Kombination von Steuerung und Regelung der Kühlmittelzufuhr anzuwenden, indem z.B. in der Anfangsphase des Abschreckvorgangs, in der eine schroffe Abkühlung erwünscht ist, im Sinne einer Steuerung, also mit fest vorgegebenen Einstellwerten der Ventile gearbeitet und erst später auf eine Regelung in Abhängigkeit von der tatsächlichen Temperatur und der Abkühlzeit übergangen wird. Gerade in der Anfangsphase bietet es sich an, zur Erzielung einer möglichst wirksamen Abkühlung mit einem laminaren Wasservorhang zu arbeiten. Da ein solcher laminarer Wasservorhang nicht in der erforderlichen Weise auf geringe Abkühlleistungen regelbar ist, muß im Verlauf des Abkühlvorgangs auf andere Kühlsysteme (z.B. Ringspritzdüsensysteme) umgeschaltet werden, was dadurch geschehen kann, daß der abzukühlende Hohlkörper mit Erreichen einer kritischen Temperatur programmgesteuert von der Laminarkühlstation zu einer anderen Abkühlstation transportiert wird.

Anhand des in Figur 2 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels einer Abkühlanlage wird die Erfindung im folgenden näher erläutert.

Innerhalb eines Gehäuses 3 sind über ein Rollenfördersystem 2 erwärmte Hohlkörper (z.B. Stahlrohr 1) in axialer Richtung (ggf. auch rotierend und/oder reversierend) transportierbar. Ringförmig um die Hohlkörperachse sind mehrere Kühlmittelzufuhrsysteme 4, 5, 6 im Abstand voneinander angeordnet. Die Kühlmittelzufuhrsysteme 4, 5, 6 sind mit Einzelspritzdüsen bestückt, deren Apertur unterschiedlich gewählt ist, um gestufte Kühlmittelmengen, d.h. sehr große und auch kleine Mengen auf den abzukühlenden Hohlkörper aufbringen zu können. Durch die in den Kühlmittelzuführleitungen angeordneten Regel- und Absperrventile (Motorventil 10, Magnetventil 11) kann die Kühlmittelmenge jedes Ringspritzdüsensystems 4, 5, 6 innerhalb des Regelbereichs variiert oder ganz unterbrochen werden.

Die Ansteuerung der Ventile 10, 11 erfolgt über die von der elektronischen Steuereinrichtung 8 (z.B. Prozeßrechner) ausgehenden Steuerleitungen 9. Die Steuereinrichtung 8 kann über die Ein-/Ausgabeneinheit 12 mit Steuerprogrammen und technologischen Daten 13 für die Beschreibung des gewünschten Abkühlvorgangs und der zu behandelnden Hohlkörper 1 versorgt werden. Für den Fall, daß die Prozeßführung in Form eines Regelkreises gestaltet werden soll, ist ein Temperatursensor 7 zur Ermittlung der Oberflächentemperatur des Hohlkörpers 1 innerhalb des Gehäuses 3 angeordnet und steuerungsmäßig mit dem Prozeßrechner 8 verbunden. In der Abbildung ist nicht dargestellt, daß auch die Antriebe für das Fördersystem 2 vom Prozeßrechner 8 angesteuert sein können, um die Transportgeschwindigkeit einzustellen und/oder die Transportrichtung für einen reversierenden Betrieb zu verändern.

Der Betrieb der dargestellten Anlage, in der als

Kühlmittel Wasser eingesetzt wird, erfolgt in der Weise, daß der zur Wärmebehandlung vorgesehene Hohlkörper in erhitztem Zustand z.B. aus einem Ofen mit dem Rollenförderer 2 von rechts kommend in die Abkühlanlage transportiert wird und in die freie Ringfläche der Kühlmittelzufuhrsysteme 4, 5, 6 einläuft. Entsprechend den in den Prozeßrechner eingegebenen und ggf. umgerechneten Vorgabedaten für die Ventilansteuerung werden die Kühlmittelzufuhrsysteme 4, 5, 6 in der ersten Abkühlphase z.B. alle zusammen mit voller Leistung betrieben, während sich der Hohlkörper 1 durch die Spritzebenen der Systeme 4, 5, 6 hindurchbewegt. Gegebenenfalls werden reversierend mehrere Durchläufe ausgeführt, bis eine Verminderung der spezifischen Kühlmittelzufuhr notwendig ist. Der Zeitpunkt hierfür ist entweder fest vorgegeben (Steuerung) oder wird während des Abkühlvorgangs über eine Temperaturmessung (Regelung) ermittelt.

Entsprechend den technologischen Erfordernissen wird die Kühlmittelzufuhr, während der Hohlkörper ständig weiterbewegt wird, gedrosselt, wobei die leistungsstärksten Kühlsysteme bei Bedarf völlig abgeschaltet werden können. Um besonders milde Kühleffekte zu realisieren, die insbesondere nach Erreichen der Leidenfrosttemperatur wünschenswert sind, können Kühlmittelzufuhrsysteme vorgesehen sein, die z.B. Luft/Wasser-Gemische oder auch nur Druckluft oder ein inertes Druckgas auf die Kühlzone aufspritzen bzw. aufblasen.

Eine weitere Möglichkeit zur Verminderung der Kühlwirkung ist darin zu sehen, vor Erreichen einer kritischen Abkühltemperatur im Hohlkörper auf die Zufuhr von Kühlmittel mit einer erhöhten Temperatur umzuschalten. Wenn beispielsweise in der Anfangsphase der Abkühlung mit Kühlwasser von 15 °C gearbeitet wird, so kann vor Erreichen der Leidenfrost-Temperatur mit Kühlwasser von z.B. 50-80 °C weitergekühlt werden.

Hierdurch verschiebt sich die Leidenfrost-Temperatur zu tieferen Werten, so daß durch Aufrechterhaltung der Filmverdampfung eine mildere Abkühlung als bei der sonst einsetzenden Blasenverdampfung gewährleistet wird. Zur Erwärmung des Kühlmittels wird zweckmäßig die Abwärme der abzukühlenden Hohlkörper verwendet.

Die elektronisch gesteuerte Umschaltung auf unterschiedliche Kühlmittelzufuhrsysteme gewährleistet mit der Regelbarkeit des Kühlmittelstromes die Erzielung beliebiger Abkühlintensitäten, die denen von Öl entsprechen oder sogar noch milder ausfallen.

Zu Beginn der Abkühlung kann auch mit einem einzigen leistungsstarken Kühlsystem, das z.B. auf der Basis eines laminaren Wasservorhangs arbeiten kann, gearbeitet werden, und es wird nach und nach auf leistungsschwächere Kühlsysteme umgeschaltet.

Anstelle eines Reversierbetriebes ist es grundsätzlich auch möglich, die gewünschte Abkühlung in einem Durchgang (Durchlaufbetrieb) zu erzielen. Hierzu müssen entsprechend viele Kühlmittelzufuhrsysteme, in geeignetem Abstand voneinander angeordnet werden, und die Transportgeschwindigkeit des abzukühlenden Hohlkörpers 1 muß ausreichend

niedrig sein. Vorzugsweise sollten die einzelnen Spritzdüsen entgegen der Förderrichtung des Hohlkörpers geneigt sein, um möglichst gleichbleibende Abkühlbedingungen zu gewährleisten.

Der große Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, daß durch die Berücksichtigung des temperaturabhängig sich verändernden Wärmeübergangskoeffizienten bei der Beeinflussung der aufgebrachten spezifischen Kühlmittelmenge in beliebiger Weise Abkühlbedingungen einstellbar sind, die denen von Ölbädern entsprechen oder sogar noch milder sind, ohne daß teure oder problematische Kühlmedien verwendet werden müssen. Vielmehr kann mit Wasser und Wasser/Luft-Gemischen billig und umweltfreundlich gearbeitet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abkühlen von Hohlkörpern, insbesondere von Rohren oder Behältern aus Stahl im Rahmen einer Wärmebehandlung, wobei in dem jeweils abzukühlenden Bereich (Kühlzone) auf die äußere Oberfläche der Hohlkörper ein nichtbrennbares Fluid als Kühlmittel durch Übergießen, Aufspritzen oder Aufblasen aufgebracht wird und wobei die auf die Kühlzone aufgebrachte spezifische Kühlmittelmenge V während der Abkühlung fortlaufend oder in Intervallen tendenziell vermindert wird, dadurch gekennzeichnet, daß spätestens mit Erreichen des Bereichs der Leidenfrosttemperatur in der Kühlzone eine scharfe Drosselung der Kühlmittelzufuhr, insbesondere eine Drosselung auf unter 30 % der ursprünglichen spezifischen Kühlmittelmenge V erfolgt, wobei der zeitliche Verlauf der spezifischen Kühlmittelmenge V in Abhängigkeit von der anfänglichen Oberflächentemperatur T , der Wanddicke s und der Materialart der Hohlkörper sowie der Kühlmitteltemperatur T_u anhand von Vorgabewerten zur Erzielung eines gewünschten zeitlichen Temperaturverlaufs in den Hohlkörpern errechnet und gesteuert und/oder durch Vergleich der sich ständig ändernden Oberflächentemperatur T der Kühlzone mit dem gewünschten Solltemperaturverlauf in einem Regelkreis angepaßt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlmittel zumindest in der Anfangsphase der Abkühlung Wasser verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlmittel nach Erreichen der Leidenfrosttemperatur ein Luft/Wasser-Gemisch verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, daß während der Abkühlung von Kühlmittelzufuhrsystemen größerer Mengenleistung auf solche kleinerer Leistung umgeschaltet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 4, dadurch gekennzeichnet,

daß während der Abkühlung zur Verminderung der Kühlwirkung auf die Zufuhr von Kühlmittel mit gegenüber der Anfangstemperatur deutlich erhöhter Temperatur umgeschaltet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erhöhte Temperatur bei Wasser als Kühlmittel 50 - 80 °C beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturerhöhung des Kühlmittels unter Ausnutzung der Abwärme des Hohlkörpers erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß die spezifische Kühlmittelmenge V durch eine auf die Kühlmittelzufuhr einwirkende elektronische Steuereinrichtung verändert wird.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

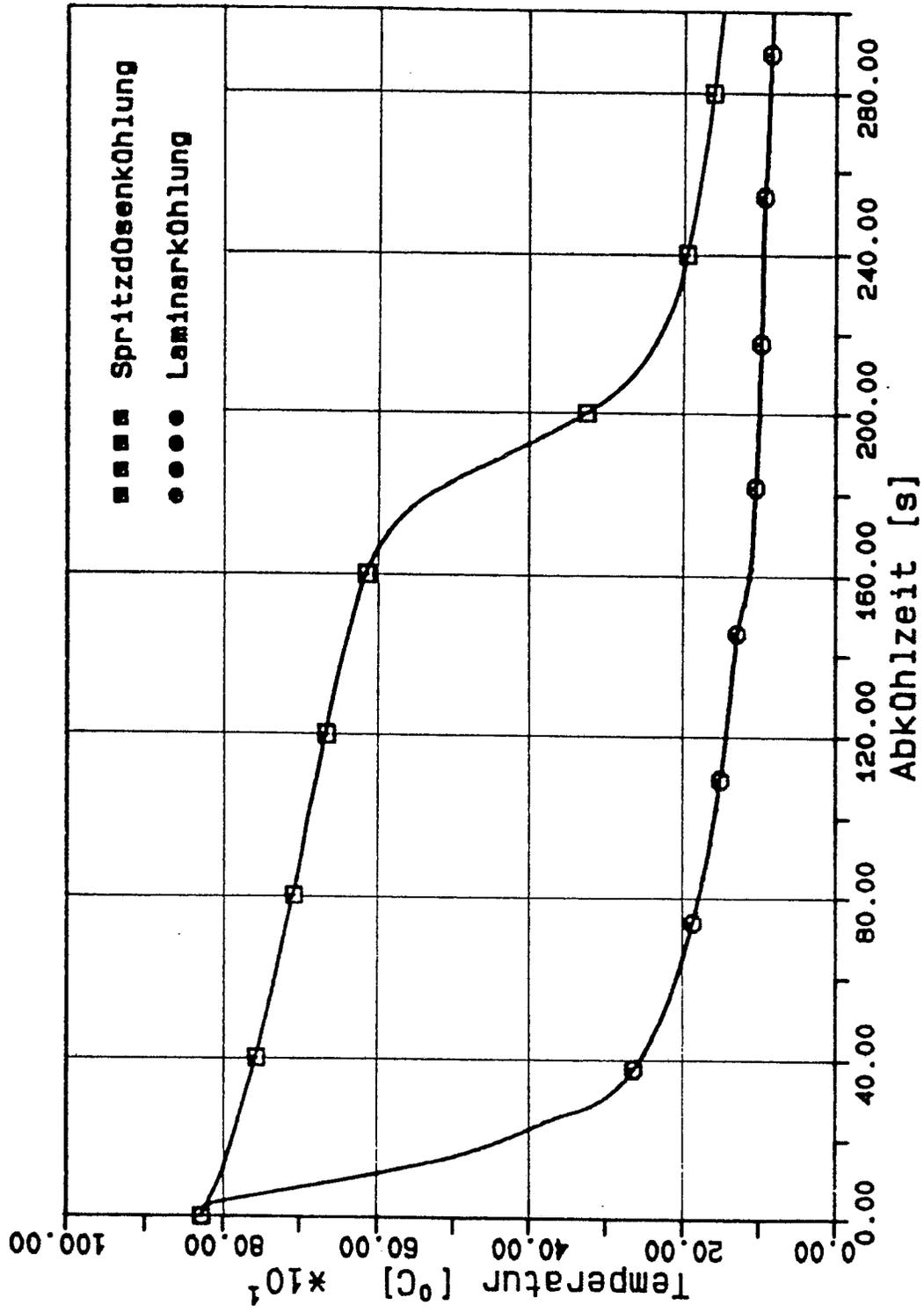


Fig. 1

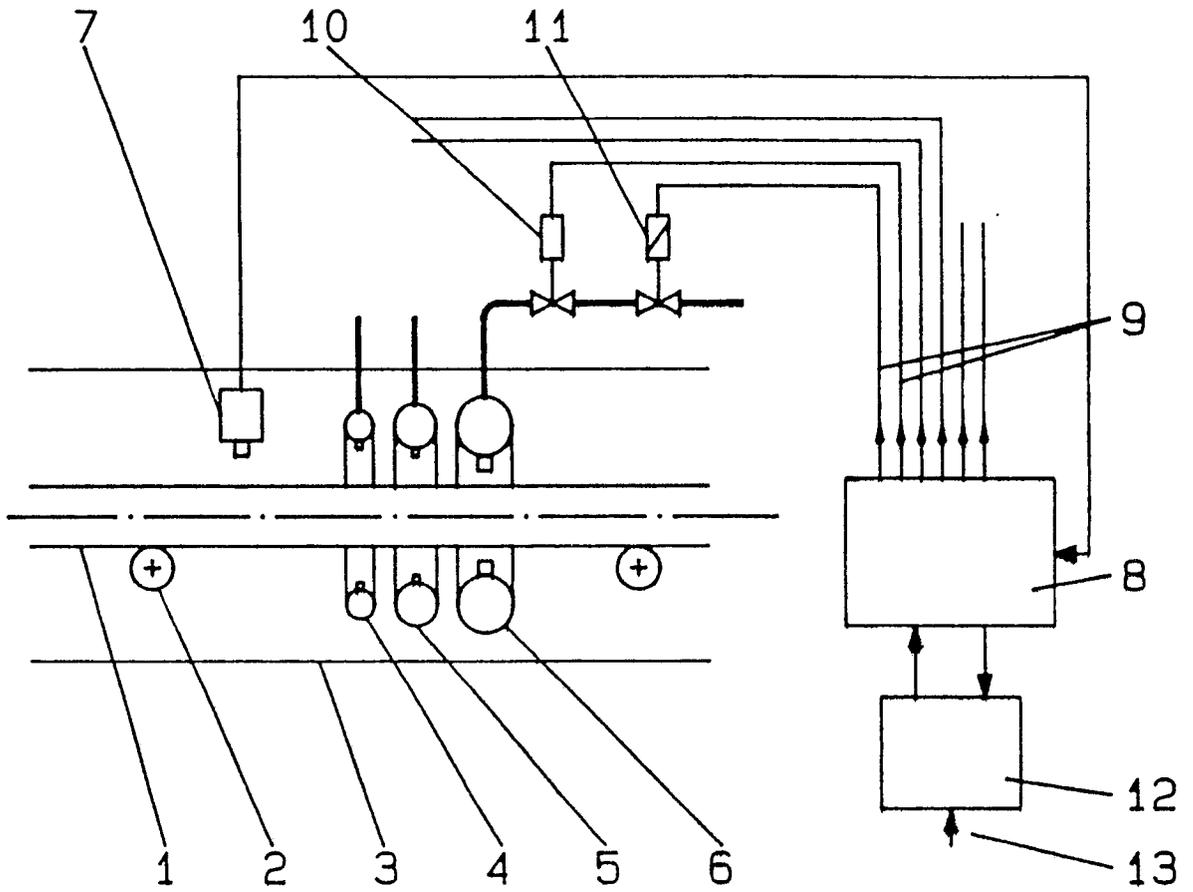


Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	METAL SCIENCE AND HEAT TREATMENT, Band 19, Nr. 1/2, 2. Januar 1977, Seiten 117-120; N.V. ZIMIN: "Use of controlled spray cooling for quenched steels" * Seite 119, Absatz 4 *	1,2	C 21 D 1/62 C 21 D 9/08 C 21 D 11/00
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 10, Nr. 43 (C-329)[2100], 20. Februar 1986; & JP-A-60 190 524 (SUMITOMO KINZOKU KOGYO K.K.) 28-09-1985 * Zusammenfassung *	1,3	
X	DE-A-1 508 432 (OLIN MATHIESON CHEMICAL CORP.) * Ansprüche *	1	
X	US-A-3 533 261 (F. HOLLANDER et al.) * Ansprüche; Figuren *	1,4,8	
X	FR-A-2 571 384 (BERTIN & CIE) * Ansprüche 1,2; Figuren *	1	
A	STAHL & EISEN, Band 107, Nr. 6, 23. März 1987, Seiten 251-258, Düsseldorf, DE; R. JESCHAR et al.: "Kühltechniken zur thermischen Behandlung von Werkstoffen"		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4) C 21 D
A,D	EP-A-0 049 339 (J. WUNNING)		
A,D	GB-A-2 098 631 (ASEA)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 02-06-1989	Prüfer MOLLET G.H.J.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	