

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 81105886.6

51 Int. Cl.³: C 21 D 1/64

22 Anmeldetag: 25.07.81

30 Priorität: 04.10.80 DE 3037639

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 14.04.82 Patentblatt 82/15

84 Benannte Vertragsstaaten:
 AT CH FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: Wunning, Joachim, Dr.-Ing.
 Berghalde 20
 D-7250 Leonberg 7 (Warmbronn)(DE)

72 Erfinder: Wunning, Joachim, Dr.-Ing.
 Berghalde 20
 D-7250 Leonberg 7 (Warmbronn)(DE)

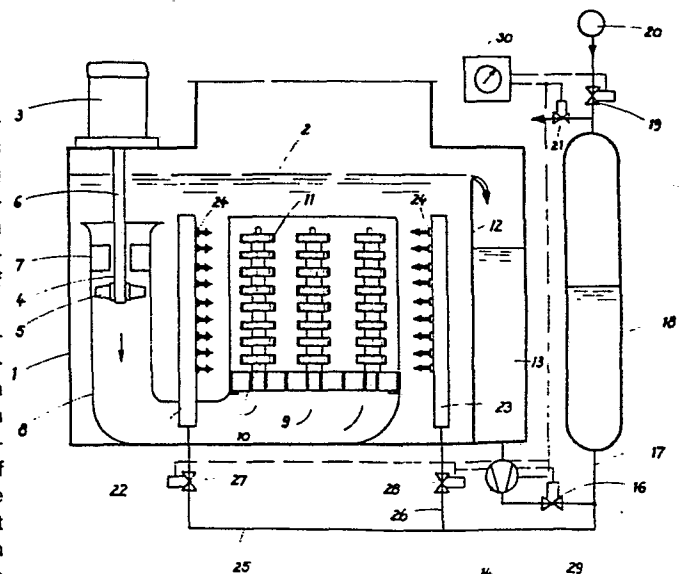
74 Vertreter: Patentanwälte Dipl.-Ing. W. Scherrmann
 Dr.-Ing. R. Rüger
 Webergasse 3 Postfach 348
 D-7300 Esslingen (Neckar)(DE)

54 Verfahren und Vorrichtung zum Abschrecken von Werkstücken aus Stahl in einem Flüssigkeitsbad, insbesondere Ölbad.

57 Bei einem Verfahren zum Abschrecken von Werkstücken aus Stahl in einem Flüssigkeitsbad, insbesondere Ölbad, dessen Flüssigkeit zur Verbesserung der Kühlwirkung stark bewegt wird, wird zumindest in der Phase der Ausbildung eines Dampffilmes auf dem Werkstück (Dampffilmphase) eine so starke Relativbewegung zu den Werkstücken in dem Flüssigkeitsbad erzeugt, daß die Wärmeabfuhr von den Werkstücken mit einer Wärmestromdichte an der Werkstückoberfläche (Abschreckleistung) von im Mittel wenigstens $0,75 \text{ MW/m}^2$ erfolgt, wobei diese hohe Abschreckleistung während einer vorbestimmten kurzen Zeitspanne aufrechterhalten wird, bis die Oberfläche der Werkstücke mit dem größten Querschnitt die Temperatur der stabilen Blasenverdampfung erreicht, worauf die Badbewegung sodann auf einen niedrigeren Wert verlangsamt wird.

Zur Durchführung dieses Verfahrens wird eine Vorrichtung mit einem ein Flüssigkeits-, insbesondere Ölbad enthaltenden Badbehälter verwendet, dem Einrichtungen zum Einbringen der abzuschreckenden, aus Stahl bestehenden Werkstücke und eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Badbewegung zugeordnet sind. In dem Badbehälter (1) sind auf die Werkstücke zu gerichtete, in dem Bad untergetauchte Düsen (24) angeordnet, die ventilgesteuert mit einem mit Flüssigkeit aus dem Bad (2) befüllbaren, eigenen druckfesten Vorratsbehälter (18) verbunden sind, der in gefülltem Zustand unter Gasdruck steht, und aus dem die Flüssigkeit

während einer vorbestimmten kurzen Zeitspanne (t) über die Düsen (24) mit hoher Strömungsgeschwindigkeit austreibbar ist.



0049339

Patentanwälte Dipl.-Ing. W. Scherrmann Dr.-Ing. R. Rüger
7300 Esslingen (Neckar), Webergasse 3, Postfach 348

23. Juli 1981
PA 5 EU rüsg

Telefon
Stuttgart (07 11) 35 65 39
35 96 19
Telex 07 256610 smru
Telegramme Patentschutz
Esslingenneckar

- 1 -

Dr.-Ing. Joachim Wüning, Berghalde 20,
D-7250 Leonberg - 7 (Warmbronn)

Verfahren und Vorrichtung zum Abschrecken von Werk-
stücken aus Stahl in einem Flüssigkeitsbad, insbeson-
dere Ölbad

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschrecken
von Werkstücken aus Stahl in einem Flüssigkeitsbad,
insbesondere Ölbad, dessen Flüssigkeit zur Verbesse-
rung der Kühlwirkung stark bewegt wird. Außerdem be-
5 zieht sich die Erfindung auf eine Vorrichtung zur
Durchführung dieses Verfahrens, mit einem ein Flüssig-
keits-, insbesondere Ölbad enthaltenden Abschreckbe-
hälter, dem Einrichtungen zum Einbringen der abzu-
schreckenden, aus Stahl bestehenden Werkstücke und
10 eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Badbewegung zuge-
ordnet sind.

Zum Abschrecken von metallischen Werkstücken und ins-
besondere zum Härten von Stahlteilen ist es bekannt,
15 Abschreckflüssigkeitsbäder zu verwenden, durch die
eine schroffe Abkühlung der eingetauchten, auf eine
vorbestimmte hohe Temperatur gebrachten Werkstücke er-
folgt. Als Badflüssigkeit werden vorzugsweise Wasser
und Mineralöle verwendet. Die Wärmeabfuhr von der
20 Oberfläche der Werkstücke erfolgt während der Abkühlung
nicht gleichmäßig, weil der Wärmetransport durch Ver-
dampfungsvorgänge auf der Oberfläche der Werkstücke be-
einflußt wird. Es ist bekannt, daß sich in der ersten

Abschreckphase, der sogenannten Dampffilmphase, auf der Oberfläche der Werkstücke ein Film verdampfter Abschreckflüssigkeit bildet, der die Wärmeabfuhr behindert.

- 5 Um den Wärmeübergang von den Werkstücken auf die Badflüssigkeit während dieser Dampffilmphase zu verbessern, wird in der Praxis die Badflüssigkeit relativ zu den Werkstücken bewegt. Dabei ist es üblich, in dem Abschreckungsflüssigkeitsbad eine Strömungsgeschwindigkeit in der Größenordnung von bis zu 1 m/sec aufrechtzuerhalten. Versuche im Labormaßstab, wie sie beispielsweise in "Metals Handbook, 8th Edition, Vol. 2 der American Society for Metals", Seite 27, erwähnt sind, haben gezeigt, daß durch Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit die Abschreckwirkung in der Dampffilmphase wesentlich erhöht werden kann. Bei einer Strömungsgeschwindigkeit von etwa 2m/s läßt sich mit Öl die Abschreckwirkung von Wasser erreichen. Derart hohe Strömungsgeschwindigkeiten werden in der Praxis deshalb nicht angewendet, weil der Leistungsbedarf für die Umwälzpumpen mit der dritten Potenz der Strömungsgeschwindigkeit steigt, was bedeutet, daß z.B. eine Verdoppelung der Strömungsgeschwindigkeit eine Steigerung des Leistungsbedarfes der Umwälzpumpen auf das Achtfache erforderlich machen würde. Außerdem gibt keine klare Anweisung für die daraus notwendig werdende Abstufung der Strömungsgeschwindigkeit, um Verzug und Rißbildung bei den Werkstücken zu vermeiden, die insbesondere durch zu schnelle Abkühlung im unteren Temperaturbereich hervorgerufen werden können. Es wird deshalb bis heute bei verzugsempfindlichen Werkstücken durchweg mit mäßiger Badbewegung nach Erfahrungsgrundsätzen gearbeitet, die sich bei den einzelnen Herstellungsbetrieben im Laufe der Jahre als zweckmäßig herausgestellt haben.

- 3 -

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, einen Weg zu weisen, der es gestattet, den Abschreckvorgang in vorher-sagbarer Weise zu optimieren, und zwar ohne daß damit ein übermäßig hoher Energieeinsatz verbunden oder eine
 5 Beeinträchtigung der Qualität der behandelten Werkstücke durch Verzug oder Ribbildung zu befürchten wäre.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß derart vorgegangen, daß zumindest in der Phase der Ausbildung
 10 eines Dampffilmes auf dem Werkstück (Dampffilmphase) durch Erzeugung einer entsprechend starken Relativbewegung zu den Werkstücken in dem Flüssigkeitsbad die Wärmeabfuhr von den Werkstücken mit einer Wärmestrom-dichte an der Werkstückoberfläche (Abschreckleistung)
 15 von im Mittel wenigstens 0,75 MW/m² erfolgt und daß diese hohe Abschreckleistung während einer vorbestimmten kurzen Zeitspanne aufrechterhalten wird, bis die Oberfläche der Werkstückteile mit dem größten Querschnitt zumindest angenähert die Temperatur der stabilen
 20 Blasenverdampfung der Badflüssigkeit erreicht und daß die Badbewegung sodann auf einen niedrigeren Wert verlangsamt wird.

Die Erfindung hat erkannt, daß sich eine wesentliche
 25 Verbesserung des Abschreckprozesses dadurch erzielen läßt, daß eine extreme Abstufung der Badbewegung zu einem genau vorbestimmten Zeitpunkt erfolgt. Damit wurden die Vorteile der Wasserhärtung (hohe Abschreckleistung) mit jenen der Ölhärtung (milde Abkühlung im
 30 unteren Temperaturbereich) miteinander kombiniert.

Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn die Zeitspanne t während der die starke Badbewegung erfolgt, nach der Formel

35
$$t = 5,5 \cdot \frac{\Delta \vartheta \cdot V/A}{Q}$$

- 4 -

bis zu einem Maximalwert von $t_{\max} = 10^{-4} (\Delta \vartheta)^2 / Q^2$ bemessen wird, wobei $t_{\max}$ unabhängig von V/A für alle Größenwerte von V/A gilt.

- 5 (t in Sekunden,
Q in MW/m²,
 $\Delta \vartheta$ in K: Differenz zwischen der Härte-
temperatur und der Temperatur
der Werkstücke, bei der die
10 stabile Blasenverdampfung ein-
setzt,
V in m³: Volumen der Werkstücke
A in m²: Oberfläche der Werkstücke)

Nach dieser Zeit t hat, wie festgestellt wurde, die
15 Werkstückoberfläche die Temperatur der stabilen Blasen-
verdampfung erreicht, in der auch bei mäßiger Badbewe-
gung ein ausreichend hoher Wärmeübergang gewährleistet
ist. Dadurch, daß die extrem starke Badbewegung ledig-
lich während einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne
20 aufrechterhalten wird, ist auch der Energieeinsatz zur
Erzeugung dieser Badbewegung begrenzt, mit dem Ergeb-
nis, daß sich das Verfahren durch hohe Wirtschaftlich-
keit auszeichnet.

- 25 Für kleinere Werte von V/A gilt die Formel für t; nach
Erreichen von $t_{\max}$ ist die Zeit ($t_{\max}$) unabhängig von
 V/A .

Nach Ablauf der Zeitspanne der starken Badbewegung kann
30 das Flüssigkeitsbad zur Erzeugung der verlangsamten Bad-
bewegung mit einer Strömungsgeschwindigkeit von maximal
ca. 0,5 m/s umgewälzt werden, wobei diese Umwälzung mit
mäßiger Strömungsgeschwindigkeit die Aufgabe hat, die
jeweils erwärmte Flüssigkeit aus dem Werkstückbereich
35 wegzuführen.

- 5 Eine besonders wirtschaftliche Durchführung des Verfahrens ist in der Weise möglich, daß die starke Badbewegung durch in das Flüssigkeitsbad eingeleitete Düsenstrahlen hervorgerufen wird, die mit aus dem Bad
- 5 entnommener und auf einen entsprechenden hohen Druck gebrachter Flüssigkeit erzeugt werden. Dazu kann eine aus dem Bad entnommene Flüssigkeitsmenge vorübergehend außerhalb des Bades gespeichert und unter Druck gesetzt werden, worauf diese Flüssigkeitsmenge sodann schlag-
- 10 artig freigegeben und während der kurzen Zeitspanne in Gestalt der Düsenstrahlen in das Bad eingeführt wird. Die Abschreckwirkung kann noch dadurch erhöht werden, daß die Richtung der Düsenstrahlen während der kurzen Zeitspanne wenigstens einmal umgekehrt wird. Auch kön-
- 15 nen die Düsenstrahlen von wenigstens zwei Seiten aus auf die Werkstücke gerichtet werden. Die erwähnte Umwälzung des Flüssigkeitsbades mit mäßiger Strömungsgeschwindigkeit kann zweckmäßigerweise auch während der Dauer der Düsenstrahlen zusätzlich aufrechterhalten
- 20 bleiben.

Zur Durchführung des Verfahrens kann mit Vorteil die eingangs genannte Vorrichtung Verwendung finden, die gemäß weiterer Erfindung dadurch gekennzeichnet ist,

25 daß in dem Badbehälter auf die Werkstücke zu gerichtete Düsen angeordnet sind, die ventilgesteuert mit einem mit Flüssigkeit aus dem Bad befüllbaren, eigenen druckfesten Vorratsbehälter verbunden sind, der in gefülltem Zustand unter Gasdruck steht und aus dem die Flüssig-

30 keit während einer vorbestimmten kurzen Zeitspanne über die Düsen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit austreibbar ist.

Die Düsen können über Umsteuerventile mit dem Vorratsbehälter verbunden sein, die es gestatten, die Richtung der

35 von den Düsen erzeugten Düsenstrahlen umzukehren.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann der an ein Entlüftungsventil angeschlossene Vorratsbehälter über ein Füllventil mit einer Druckgasquelle verbunden sein, wobei das Entlüftungs- sowie das Füllventil durch ein
5 Programmschaltwerk programmgemäß angesteuert sind. Damit läßt sich ein vollautomatischer, vorprogrammierter Ablauf des Abschreckvorganges erzielen.

Der Badbehälter kann im übrigen zusätzlich zu den Düsen
10 noch eine Umwälzeinrichtung enthalten, die es gestattet, anschließend an die Periode der starken Badbewegung die mäßige Badbewegung zu erzielen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Er-
15 findung dargestellt. Die Figur zeigt eine Abschreckvorrichtung gemäß der Erfindung im axialen Schnitt in einer Seitenansicht und in schematischer Darstellung.

In dem bei 1 veranschaulichten Badbehälter befindet
20 sich ein aus Mineralöl bestehendes Abschreckbad 2, das durch eine durch einen Elektromotor 3 angetriebene Umwälzpumpe 4 in mäßiger Bewegung gehalten wird. Das Pumpenrad 5 der Umwälzpumpe 4, das über eine Welle 6 mit dem Elektromotor 3 verbunden ist, läuft in einem in dem
25 Badbehälter 1 angeordneten, einen Leitapparat 7 enthaltenden Rohrstutzen 8 um, der durch eine Lochplatte 9 abgeschlossen ist. Auf die Lochplatte 9 sind Chargen-
gestelle 10 aufgesetzt, die die zu härtenden, aus Stahl bestehenden Werkstücke 11, beispielsweise Kugellager-
30 ringe, tragen.

In dem Abschreckbehälter 1 ist seitlich durch eine Über-
laufwand 12 eine Kammer 13 abgeteilt, die über eine
Pumpe 14 und eine ein Füllventil 16 enthaltende Füll-
35 leitung 17 an einen druckfesten Vorratsbehälter 18 angeschlossen ist, der außerhalb des Badbehälters 1 sich

- 7 -

befindet. Der Druckbehälter 18 ist oben über ein Ventil 19 mit einer bei 20 angedeuteten Druckgasquelle verbunden und steht mit einem Entlüftungsventil 21 in Verbindung. Als Druckgas kommt beispielsweise Druckluft oder
5 Stickstoff in Frage.

Beidseitig der Chargengestelle 10 sind in dem Badbehälter 1, in dem Flüssigkeitsbad 2 untergetaucht, zwei Düsenfelder 22, 23 angeordnet, die als Zusatzgeräte
10 einfach in den mit der beschriebenen Umwälzvorrichtung versehenen Badbehälter 1 eingesetzt sind. Jedes der Düsengestelle 22, 23 weist eine Anzahl Düsen 24 auf, die über eine nicht weiter dargestellte Sammelleitung mit einer Zuleitung 25 bzw. 26 verbunden sind. Die Zu-
15 leitungen 25, 26 enthalten jeweils ein Absperrventil 27 bzw. 28 und sind über eine Leitung 29 mit der Füllleitung 17 verbunden.

Die Ventile 16, 19, 21, 27 und 28 sind als Elektroventile
20 ausgebildet, die von einem Programmgeber 30 entsprechend einem vorgegebenen zeitlichen Programmablauf angesteuert sind.

Die Umwälzpumpe 4 ist derart ausgelegt, daß sie in dem
25 Flüssigkeitsbad 2 eine Strömungsgeschwindigkeit von maximal 0,5 m/s relativ zu den Werkstücken 11 aufrechterhält. Der eigentliche Abschreckvorgang läuft wie folgt ab:

30 Vor dem Einbringen der Chargengestelle 10 in das Flüssigkeitsbad 2 wird - jeweils selbsttätig von dem Programmgeber 30 gesteuert - bei geschlossenen Ventilen 27, 28, 19 von der Pumpe 14 Flüssigkeit aus der Kammer 13 in den Vorratsbehälter 18 eingepumpt. Das Entlüftungs-
35 ventil 21 ist geöffnet, so daß nur eine verhältnismäßig geringe Pumpenleistung erforderlich ist. Nachdem die

Befüllung des Vorratsbehälters 18 mit der jeweils erforderlichen Flüssigkeitsmenge beendet ist, schließen die Ventile 16, 21, während die Pumpe 14 abgeschaltet wird.

5

- Nunmehr werden die in einem Glühofen auf die entsprechende Temperatur gebrachten Werkstücke 11 auf ihren Chargengestellen 10 bei laufender Umwälzpumpe 4 in der in der Figur dargestellten Weise in das Flüssigkeitsbad eingebracht und untergetaucht auf die Lochplatte 9 aufgesetzt, während das Ventil 19 schon geöffnet ist, so daß die in dem Vorratsbehälter 18 enthaltene Flüssigkeitsmenge von der Druckgasquelle 20 aus unter Druck gesetzt ist. Beim Absenken der Charge werden die
- 15 beiden Ventile 27, 28 geöffnet, so daß die in dem Vorratsbehälter 18 enthaltene Flüssigkeitsmenge von dem auf ihr lastenden Druckgaspolster gefördert, schlagartig durch die Düsen 24 mit hoher Geschwindigkeit ausströmt und dabei auf die Werkstücke 11 zu gerichtete
- 20 Düsenstrahlen in dem Flüssigkeitsbad bildet. Diese Düsenstrahlen verursachen in dem Flüssigkeitsbad 2 eine Sekundärströmung, die bei entsprechender Auslegung mehr als das Zehnfache der Strahlmenge betragen kann.
- 25 Bei einem Querschnitt der Düsengestelle 22, 23 von $0,5 \times 0,5 = 0,25\text{m}^2$ und einer Strömungsgeschwindigkeit in dem Flüssigkeitsbad von 2 m/s müssen insgesamt $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Abschreckflüssigkeit durch die Düsengestelle strömen, wofür $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ Abschreckflüssigkeit mit einer
- 30 Strömungsgeschwindigkeit von etwa 30 m/s aus den Düsen 24 eines Düsengestelles 22 bzw. 23 austreten müssen. Der Austrieb der Flüssigkeit aus den Düsen 24 geschieht durch die in dem Druckpolster in dem Vorratsbehälter 18 gespeicherte Energie und damit mit einem verhältnis-
- 35 mäßig geringen Energieaufwand. Bei den angegebenen Zahlenwerten genügt ein Vorratsbehälter 18 mit einem

Fassungsvermögen von $0,5 \text{ m}^3$. Sollte - um einen Vergleich zu geben - der gleiche Flüssigkeitsstrom mittels einer Pumpe durch die Düsen 24 gepresst werden, so wäre dazu ein Pumpenantriebsmotor mit einem Anschlußwert von ca. 50 kW erforderlich!

Bei einer Strömungsgeschwindigkeit in dem Flüssigkeitsbad von 2 m/s liegt die Wärmestromdichte an der Werkstückoberfläche, d.h. die Abschreckleistung Q , bei ca. $1,5 \text{ MW/m}^2$. Bei Teilen mit $V/A = 0,02 \text{ m}$ (Wellen mit 80 mm Durchmesser, $V = \text{Volumen in } \text{m}^3$, $A = \text{Oberfläche in } \text{m}^2$) und $\Delta\vartheta = 400 \text{ K}$ ist $t = \frac{5,5 \times 400 \times 0,02}{1,5} = 29 \text{ s}$.

Andererseits ist $t_{\max} = 10^{-4} \frac{400^2}{1,5^2} = 7 \text{ s}$. Da somit

$t > t_{\max}$ ist, lediglich $t_{\max}$ für die Dauer der starken Badbewegung gültig; dh. nach 7 s wird die beschriebene Düsenkühlung schlagartig abgeschaltet, was durch entsprechendes Absperren der Ventile 27, 28 geschieht.

Anschließend werden die Werkstücke 11 unter der von der Umwälzpumpe 4 mit einer Strömungsgeschwindigkeit von weniger als $0,5 \text{ m/s}$ bewirkten mäßigen Badbewegung vollständig ausgekühlt, bis sie aus dem Flüssigkeitsbad 2 entnommen werden können.

Die durch die Düsen 24 in das Flüssigkeitsbad 2 eingeführte Flüssigkeitsmenge läuft über die Überlaufwand 12 in die Kammer 13, von wo aus sie mittels der Pumpe 14 wiederum in den Vorratsbehälter 18 zurückgepumpt wird, so daß die Anlage für ein neues Arbeitsspiel bereitsteht, das in der bereits beschriebenen Weise abläuft.

Die Düsen 24 der beiden Düsengestelle 22, 23 können während der in der Dampffilmphase erfolgenden, mittels der

Düsenstrahlen hervorgerufen, genau bemessenen Zeitspanne der starken Badbewegung gemeinsam mit Flüssigkeit beaufschlagt werden. Um die hohe Abschreckleistung symmetrisch aufzubringen, kann der Düsenstrom aber auch in
5 kurzer Taktfolge von z.B. 1 s mittels der Ventile 27,28 abwechselnd von der einen auf die andere Seite der Chargengestelle 10 umgeschaltet werden.

Die Düsengestelle 22, 23 mit dem Vorratsbehälter 18
10 und den zugeordneten Leitungen sowie Ventilen bilden eine verhältnismäßig einfache Zusatzeinrichtung, die in vorhandene, eine Umwälzpumpe 4 enthaltene Abschreckbadbehälter 1 eingesetzt werden kann. Dem Vorratsbehälter 18 ist eine Sicherheitsarmatur in der Leitung
15 17 (nicht weiter dargestellt) zugeordnet, die ein Eindringen von Gas in das Düsensystem 24 verhütet. Das beschriebene Verfahren, das in der Dampffilmphase mit der erläuterten, extrem starken dafür aber zeitlich scharf begrenzten Badbewegung arbeitet, findet in der
20 Regel bei Ölbädern Verwendung. In Sonderfällen kommt es aber auch für Wasserbäder in Frage, und zwar dann, wenn ohne besondere Zusätze die Dampffilmbildung auf der Oberfläche der Werkstücke vermieden werden soll.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Abschrecken von Werkstücken aus Stahl
in einem Flüssigkeitsbad, insbesondere Ölbad, des-
sen Flüssigkeit zur Verbesserung der Kühlwirkung
stark bewegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß zu-
mindest in der Phase der Ausbildung eines Dampf-
filmes auf dem Werkstück (Dampffilmphase) durch Er-
zeugung einer entsprechend starken Relativbewegung
zu den Werkstücken in dem Flüssigkeitsbad die Wärme-
abfuhr von den Werkstücken mit einer Wärmestromdich-
te an der Werkstückoberfläche (Abschreckleistung)
von im Mittel wenigstens $0,75 \text{ MW/m}^2$ erfolgt und
daß diese hohe Abschreckleistung während einer vor-
bestimmten kurzen Zeitspanne aufrechterhalten wird,
bis die Oberfläche der Werkstücksteile mit dem größ-
ten Querschnitt die Temperatur der stabilen Blasen-
verdampfung erreicht und daß die Badbewegung sodann
auf einen niedrigeren Wert verlangsamt wird.

- 2, Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Zeitspanne (t), während der die starke Bad-
bewegung erfolgt, nach der Formel

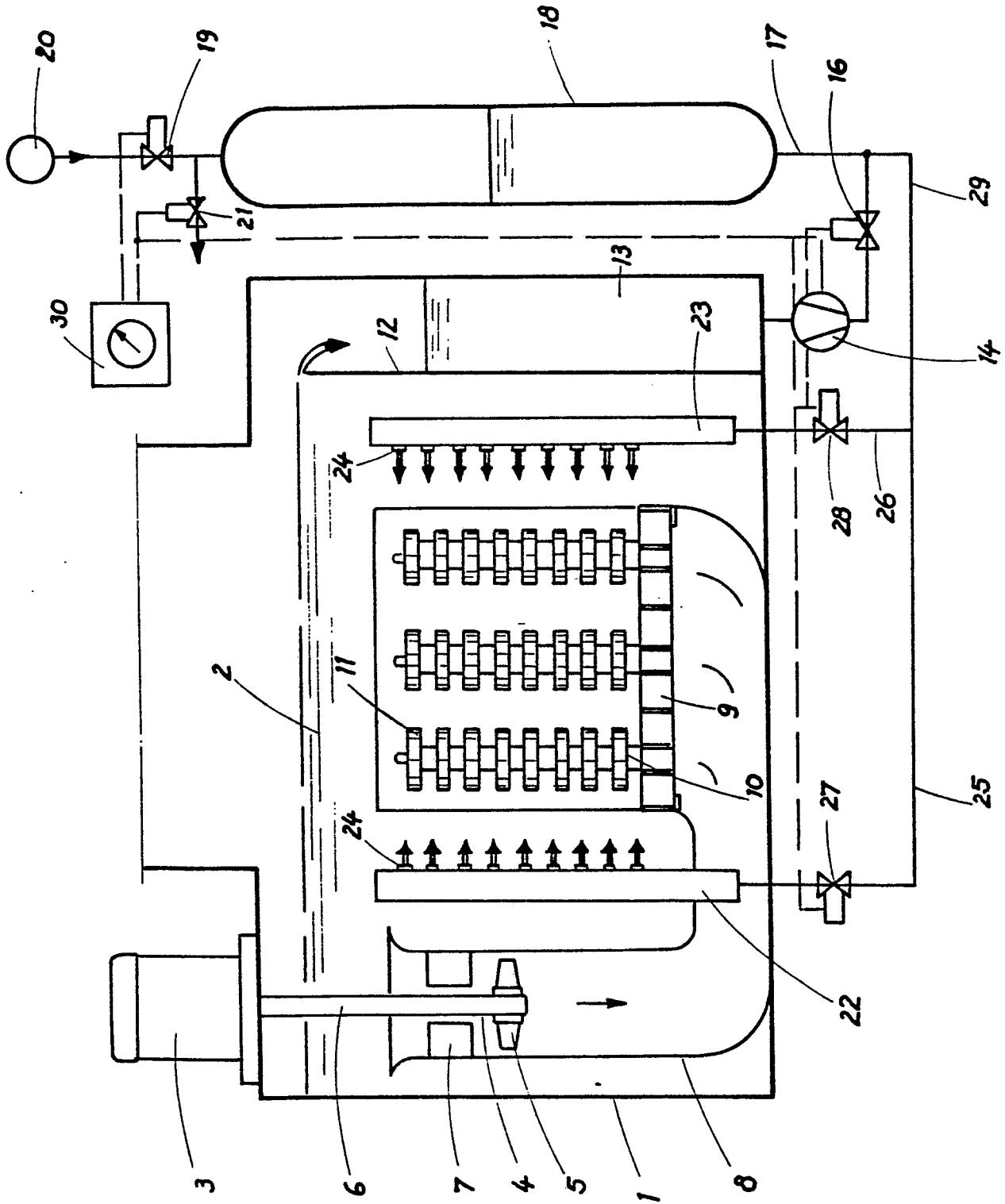
$$t = 5,5 \cdot \frac{\Delta \vartheta \cdot V/A}{Q}$$

bis zu einem Maximalwert von $t_{\max} = 10^{-4} (\Delta \vartheta)^2 / Q^2$
bemessen wird, wobei $t_{\max}$ unabhängig von V/A für alle
Größenwerte von V/A gilt.

- (t in Sekunden,
Q in MW/m^2
 $\Delta \vartheta$ in K: Differenz zwischen der Härte-
temperatur und der Temperatur
der Werkstücke, bei der die sta-
bile Blasenverdampfung einsetzt,
V in m^3 : Volumen der Werkstücke
A in m^2 : Oberfläche der Werkstücke)

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß das Flüssigkeitsbad zur
Erzeugung der verlangsamten Badbewegung mit einer
Strömungsgeschwindigkeit von maximal ca. 0,5 m/s
5 umgewälzt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die starke Badbewegung
durch in das Flüssigkeitsbad eingeleitete Düsen-
10 strahlen hervorgerufen wird, die mit aus dem Bad
entnommener und auf einen entsprechend hohen Druck
gebrachter Flüssigkeit erzeugt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet,
15 daß eine aus dem Flüssigkeitsbad entnommene Flüs-
sigkeitsmenge vorübergehend außerhalb des Flüssig-
keitsbades gespeichert und unter Druck gesetzt wird
und dies Flüssigkeitsmenge sodann schlagartig
freigegeben und während der kurzen Zeitspanne in
20 Gestalt der Düsenstrahlen in das Flüssigkeitsbad
eingeführt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Richtung der Düsenstrahlen
25 während der kurzen Zeitspanne wenigstens einmal um-
gekehrt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch
gekennzeichnet, daß die Düsenstrahlen von wenigstens
30 zwei Seiten aus auf die Werkstücke gerichtet werden.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die Umwälzung des Flüssigkeits-
bades auch während der Dauer der Düsenstrahlen zu-
35 sätzlich aufrechterhalten bleibt.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem ein Flüssigkeits-, insbesondere Ölbad enthaltenden Badebehälter, dem Einrichtungen zum Einbringen der abzuschreckenden, aus Stahl bestehenden Werkstücke und eine Vorrichtung zur Erzeugung einer Badbewegung zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Badebehälter (1) auf die Werkstücke (11) zu gerichtete, in dem Bad untergetauchte Düsen (24) angeordnet sind, die ventilgesteuert mit einem mit Flüssigkeit aus dem Bad (2) befüllbaren, eigenen druckfesten Vorratsbehälter (18) verbunden sind, der im gefüllten Zustand unter Gasdruck steht und aus dem die Flüssigkeit während einer vorbestimmten kurzen Zeitspanne (t) über die Düsen (24) mit hoher Strömungsgeschwindigkeit austreibbar ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsen (24) über Steuerventile (27, 28) mit dem Vorratsbehälter (18) verbunden sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der an ein Entlüftungsventil (21) angeschlossene Vorratsbehälter (18) über ein Füllventil (19) mit einer Druckgasquelle (20) verbunden ist und wenigstens das Entlüftungs- sowie das Füllventil durch ein Programmschaltwerk (30) programmgemäß angesteuert sind.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Badebehälter (1) zusätzlich eine Umwälzeinrichtung (4) enthält.



Nummer der Anmeldung
EP 81 10 5886