(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 097 996 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.03.2020 Patentblatt 2020/12

(51) Int Cl.:
B22D 41/015 *(2006.01)* ***F27D 19/00*** *(2006.01)*
F27D 21/00 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **16171836.6**

(22) Anmeldetag: **27.05.2016**

(54) VERFAHREN ZUM AUFHEIZEN EINER AUSGEMAUERTEN EINRICHTUNG

METHOD FOR HEATING A BRICK-LINED DEVICE

PROCEDE DE CHAUFFAGE D'UN DISPOSITIF GARNI DE BRIQUES REFRACTAIRES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **29.05.2015 DE 102015209906**
13.07.2015 DE 102015213111

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.11.2016 Patentblatt 2016/48

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
- **Bui, Thanh Phong**
  52477 Alsdorf (DE)
- **Krause, Fabian**
  40549 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 935 451
DE-A1-102010 034 315
RU-C2- 2 493 519

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 097 996 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufheizen einer ausgemauerten Einrichtung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Das Aufheizen des Mauerwerks von ausgemauerten Einrichtungen, z.B. Pfannen auf dem Gebiet der Stahlerzeugung, erfolgt herkömmlich unter Berücksichtigung einer vorbestimmten Temperaturkurve, die von den Herstellern der Ausmauerung vorgeschrieben wird. Solche vorbestimmten Temperaturkurven können in der Praxis durch eine geeignete Einstellung der thermischen Leistung eines Brenners oder durch die Regulierung der Luftzahl des Brenners realisiert werden.

[0003] DE 199 35 451 A1 zeigt ein Pfannenvorwärmungssystem und ein Pfannenvorwärmungsverfahren, bei dem die Wärmezuführungsrate zu der Pfanne berechnet und über die gesamte Vorwärmungsperiode überwacht wird. Hierbei wird die veränderliche durchschnittliche Steigung, die die Änderung der Wärmezuführungsrate mit dem Ablauf der Zeit repräsentiert, berechnet. Weiters wird die veränderliche durchschnittliche Steigung in Bezug auf unvermeidbare Schwankungen bei den Messungen der Wärmezuführungsrate korrigiert. Schließlich wird die Änderung der veränderlichen durchschnittlichen Steigung mit dem Ablauf der Zeit errechnet, wobei auf Grundlage dessen dann die Betriebsbereitschaft der Pfanne angezeigt wird, wenn diese veränderliche durchschnittliche Steigung unter ein Sollwert-Kriterium fällt, das eine vollständig vorgewärmte Pfanne anzeigt. Die Technologie gemäß DE 199 35 451 A1 dient somit zur Realisierung einer genauen Anzeige, wann eine feuerfeste Auskleidung bzw. Ausmauerung einer Pfanne gleichmäßig durchgewärmt - und somit betriebsbereit - ist. Spezifische Parameter in Bezug auf das Material der Ausmauerung einer Pfanne werden hierbei jedoch nicht berücksichtigt.

[0004] WO 2008/154595 A2 offenbart ein Verfahren zum Aufheizen von Pfannen für die Stahlerzeugung. Die Temperatur beim Aufheizvorgang wird verändert, indem ein Brenner einer Aufheizeinheit auf Grundlage von Messungen des feuerfesten Materials der Pfanne kontrolliert wird. Zur Reduzierung von Wärmeverlusten und für ein effizientes Aufheizen umfasst die Aufheizeinheit einen Ventilmechanismus, mit dem eine Flammengröße des Brenners der Aufheizeinheit während eines Leerlaufs des Aufheizprozesses variiert werden kann.

[0005] Aus KR 20120009104 A ist ein Aufheizsystem für eine Gießpfanne bekannt, bei dem ein Temperatursensor in einem Pfannendeckel angebracht ist, um die Temperatur im Inneren der Pfanne zu messen. Das Signal von dem Temperatursensor, welches die Temperatur im Inneren der Gießpfanne anzeigt, wird von einem Regler empfangen. Der Regler steuert dann eine Energiequelle des Aufheizsystems, so dass das Innere der Pfanne durch eine voreingestellte Temperatur kontrolliert werden kann.

[0006] KR 20130075280 A offenbart ein Aufheizsystem für eine Gießpfanne, das einen Deckel, einen Brenner, eine Fotografie-Einrichtung und ein Ausgabeteil umfasst. Der Brenner heizt die Innenfläche eines Innenraums einer Pfanne auf, indem eine Flamme in den Innenraum gerichtet wird. Die Fotografie-Einrichtung nimmt Bilder von der Innenfläche des Innenraums der Pfanne auf, um thermische Bilder der Innenfläche des Innenraums zu erzeugen und damit die Temperatur der Innenfläche des Innenraums zu berechnen. Das Ausgabeteil gibt die thermischen Bilder und die Oberflächentemperatur des Innenraums aus.

[0007] Die obigen herkömmlich bekannten Verfahren zum Aufheizen von ausgemauerten Eirichtungen, unter Berücksichtigung einer vorbestimmten Temperaturkurve wie vorstehend erläutert, unterliegen dem Nachteil, dass für vorgegebene Aufheiz- bzw. Temperaturkurven keine lokalen Temperaturgradienten für die Ausmauerung, in örtlicher oder zeitlicher Hinsicht, berücksichtigt werden. Insoweit sind hohe Sicherheitsbereiche für die Aufheizkurven vorzusehen, um in jedem Fall eine Schädigung der Ausmauerung zu vermeiden. Diese Sicherheitsbereiche führen dann nachteilig zu einer relativ langen Aufheizzeit, bis für die Ausmauerung eine Zieltemperatur erreicht wird.

[0008] Fig. 6 zeigt ein Diagramm nach dem Stand der Technik für eine Aufheizkurve T_B, in Verbindung mit einem Temperaturgradienten, der sich in der Ausmauerung einer Gießpfanne bei deren Aufheizen ausbildet. Dieser Temperaturgradient wird gebildet zwischen einer Oberfläche der Ausmauerung und einem Abschnitt der Ausmauerung, der z.B. 10 mm von der Oberfläche beabstandet ist. Beim Aufheizen sind die größten Temperaturgradienten an der Innenseite der Ausmauerung zu erwarten. Das Diagramm von Fig. 6 verdeutlicht, dass einerseits die Aufheizkurve T_B linear und gleichmäßig ansteigt, und andererseits der Temperaturgradient, ausweislich der Temperaturkurven bezüglich der Oberfläche der Ausmauerung und eine Stelle, die wie erläutert etwa 10 mm von der Oberfläche beabstandet ist, bei zunehmender Temperatur der Energiequelle zunimmt. Die Zunahme dieses Temperaturgradienten ist dadurch begründet, dass die Temperaturzunahme innerhalb der Ausmauerung (T_{innen}) im Vergleich zur Temperaturzunahme an der Oberfläche der Ausmauerung ($T_{Oberfläche}$) "nacheilt", bzw. lediglich mit einer Verzögerung ansteigt. Mit einer solchen Temperaturentwicklung innerhalb der Ausmauerung ist eine gewünschte Verkürzung von Aufheizzeiten entweder nur eingeschränkt oder gar nicht möglich.

[0009] Aus RU 2493519 C2 ist ein Schmelzkessel für Eisenerz bekannt, bei dem die Energie, die an in Kontakt mit dem aufzuschmelzenden Eisenerz stehende Elektroden zugeführt wird, unter Berücksichtigung des Verhältnisses des Wärmeflusses, der sich in einer Wandung des Kessels einstellt, zum gesamten Energieverbrauch eingestellt bzw. geregelt wird. Hierbei wird die Spannung, die an die Elektroden angelegt wird, derart geregelt, dass für das genannte Verhältnis zwischen dem Wärmefluss

und der Gesamtenergie weder ein oberer Grenzwert überschritten noch ein unterer Grenzwert unterschritten wird. In Bezug auf ein vorheriges Aufheizen des Kessels, bevor darin das zu behandelnde Eisenerz eingebracht wird, finden sich in RU 2493519 C2 keine Angaben.

[0010] Entsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das Aufheizen einer ausgemauerten Einrichtung effizienter - nämlich mit einer verkürzten Aufheizzeit bis zum Erreichen einer vorgegebenen Zieltemperatur - und gleichzeitig schonend für das Material der Ausmauerung zu gestalten.

[0011] Die obige Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0012] Das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung dient zum Aufheizen einer ausgemauerten Einrichtung, bei dem die Ausmauerung durch eine Energiequelle erhitzt wird. Beim Aufheizen der Ausmauerung wird ein darin erzeugter Temperaturgradient erfasst und als Regelgröße für eine Ansteuerung der Energiequelle verwendet. Die Energiequelle wird während des Aufheizens der Ausmauerung bis zum Erreichen einer vorgegebenen Zieltemperatur der Ausmauerung als Funktion bzw. in Abhängigkeit eines vorbestimmten Sollwertes für einen Temperaturgradienten, der sich innerhalb der Ausmauerung bildet bzw. darin einstellt, gesteuert. Hierbei wird der vorbestimmte Sollwert für diesen Temperaturgradienten unter Berücksichtigung zumindest eines Material-Kennwertes der Ausmauerung gebildet aus dessen maximal zulässiger thermischer Spannung σ_{Tmax} bestimmt.

[0013] Bezüglich des innerhalb der Ausmauerung gebildeten Temperaturgradienten und des entsprechenden vorbestimmten Sollwertes darf darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei um einen lokalen Gradienten handelt, der nachfolgend auch mit dT/dx bezeichnet wird.

[0014] Zweckmäßigerweise kann das Erfassen des Temperaturgradienten, der beim Aufheizen der Ausmauerung darin gebildet wird, durch eine geeignete Sensoreinrichtung erfolgen, wobei dieser Temperaturgradient dann als Regelgröße für eine Ansteuerung der Energiequelle verwendet wird.

[0015] Der Erfindung liegt die wesentliche Erkenntnis zugrunde, dass das Aufheizen der Ausmauerung einer ausgemauerten Einrichtung in Kenntnis bzw. unter Berücksichtigung von zumindest einer Materialeigenschaft bzw. eines Material-Kennwertes der Ausmauerung erfolgt, nämlich der maximal zulässigen thermischen Spannung des Gegenstands. Mit zumindest einem solchen Material-Kennwert kann der vorbestimmte Sollwert für den Temperaturgradienten bestimmt werden, der für das Aufheizen der Ausmauerung einzuhalten ist und als Grundlage für die Ansteuerung der Energiequelle dient. Hierdurch ist es möglich, die Energiemenge, die in das Material der Ausmauerung zu dessen Aufheizen einzubringen ist, zeitlich zu maximieren. Dadurch, dass ein solcher vorbestimmter Sollwert für den Temperaturgradienten unter Berücksichtigung einer maximal zulässigen thermischen Spannung bestimmt worden ist, wird nach der vorliegenden Erfindung zuverlässig gewährleistet, dass beim Aufheizen der Ausmauerung maximal zulässige thermische Spannungen innerhalb der Ausmauerung nicht überschritten werden. Hierdurch ist gewährleistet, dass das Steinmaterial der Ausmauerung nicht geschädigt wird. Anders ausgedrückt, führt die Kenntnis bzw. eine Berücksichtigung einer maximal zulässigen thermischen Spannung für das Material der Ausmauerung, in Verbindung mit einer Prozessführung, bei der eine maximal zulässige thermische Spannung nicht überschritten wird, vorteilhaft zu einer schonenden Materialaufheizung und zu einer Erhöhung von Standzeiten, z.B. für Gießpfannen oder dergleichen.

[0016] Ergänzend ist es möglich, die Aufheizkurve zum Aufheizen der Ausmauerung in Abhängigkeit von deren Dicke, z.B. von einer radialen Dicke der Ausmauerung in einer Gießpfanne oder dergleichen, einzustellen.

[0017] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der vorbestimmte Sollwert für den Temperaturgradienten auch unter Berücksichtigung der spezifischen Wärmekapazität c_p, der Wärmeleitfähigkeit (λ) und/oder der Dichte (p) der Ausmauerung bestimmt wird.

[0018] Die Erfassung eines Temperaturgradienten, der sich innerhalb der Ausmauerung bildet, liefert eine Information über einen zeitlich und örtlich lokalen thermischen Zustand der Ausmauerung. Basierend auf dieser Information ist es nach der vorliegenden Erfindung vorteilhaft möglich, die Energiequelle zum Aufheizen der Ausmauerung entsprechend zu regeln.

[0019] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass innerhalb der Ausmauerung zumindest eine Sensoreinrichtung zur Erfassung des in dem Material der Ausmauerung erzeugten Temperaturgradienten angeordnet ist. Hierbei ist dann die Energiequelle mit einer solchen Sensoreinrichtung messtechnisch über eine Regelstrecke verbunden, wobei die Energiequelle in Abhängigkeit der Messwerte der Sensoreinrichtung und als Funktion des vorbestimmten Sollwertes für den Temperaturgradienten geregelt wird. Eine solcher Art innerhalb des Materials der Ausmauerung angeordnete Sensoreinrichtung ermöglicht vorteilhaft die Bereitstellung von genauen Informationen bezüglich des zeitlich und örtlich lokalen thermischen Zustands der Ausmauerung, womit dann eine geeignete Regelung der Energiequelle zum Aufheizen des Gegenstands möglich ist. Somit ist dies insbesondere vorteilhaft zur Bestimmung des Verschleisszustands einer Gießpfanne, oder bei unbekannten Materialwerten einer Gießpfanne bzw. von deren Ausmauerung.

[0020] In Bezug auf die vorstehend genannte Sensoreinrichtung ist es zweckmäßig, dass mit ihr auch eine Temperatur direkt an einer Oberfläche der Ausmauerung erfasst wird, die an die Einwirkung der Energiequelle angrenzt, und beispielsweise direkt an eine Flamme eines

Brenners oder dergleichen angrenzt. In dieser Weise kann durch die Sensoreinrichtung ein Temperaturgradient für die Ausmauerung erfasst werden, der sich beim Aufheizen der Ausmauerung zwischen einer Oberfläche der Ausmauerung, die an die Einwirkung der Energiequelle angrenzt, und einem inneren Bereich des Gegenstands einstellt.

[0021] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die Energiequelle derart gesteuert werden, dass beim Aufheizen der Ausmauerung ein darin erzeugter Temperaturgradient bis zum Erreichen der Zieltemperatur für den Gegenstand einen konstanten Wert annimmt. Dies hat den Vorteil, dass das Aufheizen sowohl materialschonend als auch effizient, d.h. mit einer kurzen Aufheizzeit erfolgt.

[0022] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die Energiequelle derart gesteuert werden, dass beim Aufheizen der Ausmauerung ein darin erzeugter Temperaturgradient den vorbestimmten Sollwert für den Temperaturgradienten nicht überschreitet. Hierdurch ist vorteilhaft sichergestellt, dass eine Schädigung des Materials der Ausmauerung in jedem Fall vermieden wird, insbesondere dadurch, dass die maximal zulässigen thermischen Spannungen für die Ausmauerung nicht überschritten werden.

[0023] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die Energiequelle derart gesteuert werden, dass beim Aufheizen der Ausmauerung ein darin erzeugter Temperaturgradient zumindest 80%, vorzugsweise zumindest 90%, weiter vorzugsweise zumindest 95% des vorbestimmten Sollwerts für den Temperaturgradienten beträgt. Hierdurch ist vorteilhaft gewährleistet, dass die Energiemenge, die in das Material der Ausmauerung einzubringen ist, zeitlich maximiert ist und die daraus resultierende Aufheizzeit verringert bzw. minimiert ist. In dieser Weise wird der Ausmauerung im Wesentlichen genau die Energiemenge zugeführt, die dessen Material "noch aushält", ohne dabei Schaden zu nehmen. Die Tatsache, dass in Folge der Steuerung bzw. Regelung der Energiequelle der innerhalb der Ausmauerung erzeugte Temperaturgradient ggf. nicht exakt 100% des entsprechenden vorbestimmten Sollwerts entspricht, sondern beispielsweise nur 80%, 90% oder zumindest 95% dieses vorbestimmten Sollwertes beträgt, kann als "Sicherheitsfaktor" verstanden werden, um beim Aufheizen der Ausmauerung auf der sicheren Seite zu liegen.

[0024] Es darf darauf hingewiesen werden, dass der tatsächliche Temperaturgradient, der innerhalb der Ausmauerung erzeugt wird, entweder konstant sein kann, oder alternativ einen zeitlich variablen Wert aufweisen kann. Hierbei ist es möglich, dass der Temperaturgradient für die gesamte Zeitdauer des Aufheizens der Ausmauerung oder für einen Teilbereich dieser Zeitdauer eine beliebige zeitliche Veränderung aufweisen kann. Eine solche zeitliche Veränderung des Temperaturgradienten wird durch eine geeignete Steuerung der Energiequelle erzielt, wobei der Temperaturgradient, der sich in der Ausmauerung bildet, entweder kleiner als der entsprechende vorbestimmte Sollwert gewählt wird, oder kurzzeitig auch größer als dieser Sollwert. Beispielsweise ist es möglich, dass der tatsächliche Temperaturgradient innerhalb der Ausmauerung in einem Bereich zwischen 40 % und 120 % des vorbestimmten Sollwertes für den Temperaturgradienten schwankt.

[0025] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Steuerung der Energiequelle zum Aufheizen der Ausmauerung in Abhängigkeit von einer Datenbank erfolgt, in der Messwerte in Bezug auf vorbestimmte Materialien für die Ausmauerung gespeichert sind. Bezüglich einer solchen Datenbank darf darauf hingewiesen werden, dass hierin entsprechende Daten in Bezug auf das Material einer konkreten Ausmauerung abgespeichert sind, wobei diese Daten beispielsweise in Vorversuchen ermittelt worden sind. Falls eine Steuereinrichtung für die Energiequelle signaltechnisch mit der Datenbank verbunden ist, ist es möglich, die Energiequelle geeignet in Abhängigkeit von Daten, die in der Datenbank gespeichert sind, anzusteuern.

[0026] Ergänzend oder alternativ zur Ansteuerung der Energiequelle auf Grundlage von Daten, die im Wege von Vorversuchen ermittelt und entsprechend in der Datenbank abgespeichert worden sind, ist es auch möglich, die Daten zur Ansteuerung der Energiequelle simultan zu berechnen, nämlich auf Grundlage der Daten der Sensoreinrichtung (zur Bestimmung eines Temperaturgradienten innerhalb des Gegenstands) und/oder des Temperatursensors (zur Bestimmung einer Temperatur im Innern des Gegenstands, der aufgeheizt werden soll).

[0027] Das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung kann auf dem Gebiet der Stahlerzeugung eingesetzt werden. Für diesen Fall kann es sich bei der ausgemauerten Einrichtung, für die ein Aufheizen vorgesehen bzw. notwendig ist, beispielsweise um einen Ofen, eine Pfanne, einen Konverter, einen Verteiler oder dergleichen handeln.

[0028] Bezüglich der Energiequelle darf darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei um einen Brenner handeln kann, mit dem ein sogenanntes Pfannenfeuer zum Aufheizen der Ausmauerung beispielsweise einer Gießpfanne erzeugt wird.

[0029] Durch ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung ist es möglich, benötigte Aufheizzeiten für eine ausgemauerte Einrichtung beträchtlich zu vermindern, wobei gleichzeitig die Lebensdauer der Ausmauerung durch ein solch beschleunigtes Aufheizen nicht reduziert wird. Im Ergebnis lassen sich hierdurch Prozesszeiten beispielsweise auf dem Gebiet der Stahlerzeugung, wenn es sich bei der aufzuheizenden ausgemauerten Einrichtung um eine Gießpfanne oder dergleichen handelt, beträchtlich reduzieren. Im Sinne der Erfindung wird der Aufheizvorgang für eine ausgemauerte Einrichtung als ein abgestimmtes System aus Wärmequelle und aufzuheizender ausgemauerter Einrichtung verstanden, mit der Zielsetzung, ein möglichst schnelles Aufheizen auf die vorgegebene Zieltemperatur zu erreichen, ohne dass dabei - wie bereits erläutert - die Lebensdauer der auf-

zuheizenden Ausmauerung reduziert wird.

[0030] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass im Innenraum der ausgemauerten Einrichtung zumindest ein Temperatursensor angeordnet ist, durch den beim Aufheizen der Ausmauerung eine Temperatur innerhalb des Innenraums der ausgemauerten Einrichtung gemessen wird und entsprechende Daten dann an die Datenbank übersandt werden. Dies führt zu dem Vorteil, dass eine direkte Auswirkung der Energiequelle auf die Temperatur des Innenraums zusätzlich für das Aufheizen der Ausmauerung berücksichtigt wird.

[0031] Ein weiterer Vorteil für das Verfahren nach der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass dessen Implementierung mit bereits bestehenden technischen Einrichtungen erfolgen kann. Anders ausgedrückt, bedarf es zur Realisierung der Erfindung lediglich einer geeigneten programmtechnischen Einrichtung, um - wie erläutert - eine Energiequelle zum Aufheizen der Ausmauerung als Funktion eines vorbestimmten Sollwertes für den innerhalb der Ausmauerung erzeugten Temperaturgradienten anzusteuern.

[0032] Weitere Vorteile der Erfindung werden begründet durch:

- Brennstoffeinsparung,
- Erhöhung der Standzeit für die Ausmauerung einer ausgemauerten Einrichtung,
- erhöhte Prozessflexibilität im Bereich der Stahlerzeugung, durch eine Reduzierung der notwendigen Aufheizzeit für ausgemauerte Einrichtungen, Öfen, Pfannen, Konverter, Verteiler oder dergleichen, und
- Reduzierung der notwendigen Gesamtzahl von Pfannen wegen der soeben genannten höheren Prozessflexibilität.

[0033] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung besteht die Möglichkeit, auf eine Veränderung der Prozessituation geeignet zu reagieren. Beispielsweise kann der Fall eintreten, dass der Zielzeitpunkt, zu dem die Ausmauerung der ausgemauerten Einrichtung die vorbestimmte Zieltemperatur erreichen soll, während der Aufheizung verschoben wird, z.B. um 30 Minuten früher oder später. Entsprechend ist es möglich, die Energiequelle geeignet geändert anzusteuern, so dass dann der Aufheizvorgang an den geänderten Zielzeitpunkt angepasst wird und die Ausmauerung der ausgemauerten Einrichtung dann erst genau zu diesem geänderten Zielzeitpunkt die vorbestimmte bzw. gewünschte Zieltemperatur erreichen. Hierbei kann der Temperaturgradient, der innerhalb der Ausmauerung gebildet wird, zeitlich variiert werden, um beispielsweise in kürzerer Zeit die gewünschte Zieltemperatur zu erreichen.

[0034] Nachstehend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer schematisch vereinfachten Zeichnung näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte Prinzipdarstellung von Komponenten, zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein Diagramm für einen Temperaturgradienten, der sich beim Aufheizen einer ausgemauerten Einrichtung darin bei Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens einstellt,

Fig. 3 eine vereinfachte Prinzipdarstellung von Komponenten nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 4 ein Diagramm zur Darstellung eines Aufheizverhaltens nach der vorliegenden Erfindung, im Vergleich zu Aufheizverhalten nach dem Stand der Technik, und

Fig. 5 ein Diagramm zur Erläuterung eines Temperaturgradienten, zur Durchführung eines Verfahrens nach der vorliegenden Erfindung.

[0035] Fig. 1 zeigt prinzipiell stark vereinfacht Komponenten, mit denen ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden kann. Mit "1" ist eine ausgemauerte Einrichtung bezeichnet, bei der es sich beispielsweise um eine Gießpfanne oder dergleichen handeln kann. Ohne darin eine Einschränkung zu sehen, wird für die nachfolgende Erläuterung die ausgemauerte Einrichtung stets als Gießpfanne bezeichnet.

[0036] Die Gießpfanne 1 umfasst eine Ausmauerung 2, die in Wechselwirkung mit einer Energiequelle 4 auf eine Zieltemperatur erhitzt werden kann. Bei der Energiequelle 4 kann es sich um einen Brenner handeln. In der nachfolgenden Beschreibung - und ohne darin eine Einschränkung zu sehen - wird die Energiequelle 4 stets nur als Brenner bezeichnet.

[0037] Ein Aufheizen der Ausmauerung 2 der Gießpfanne 1 erfolgt dadurch, dass ein Pfannenfeuer 5 des Brenners 4 in einen Innenraum I der Gießpfanne 1 gerichtet wird. In der Darstellung von Fig. 1 ist eine Deckeleinrichtung, die mit dem Brenner 4 verbunden sein kann und den Innenraum I der Gießpfanne 1 verschließt, zur Vereinfachung nicht gezeigt.

[0038] Der Brenner 4 ist mit einer Steuereinrichtung 6 verbunden. Die Bedeutung und die Funktionsweise einer solchen Steuereinrichtung ist nachfolgend noch im Detail erläutert.

[0039] Innerhalb der Ausmauerung 2 der Gießpfanne 1 ist zumindest eine Sensoreinrichtung 8 angeordnet, die einen ersten Sensor 8a und einen zweiten Sensor 8i aufweist. Hierbei kann vorgesehen sein, dass der erste Sensor 8a an einer Oberfläche 3 der Ausmauerung 2 angebracht ist, wobei der zweite Sensor 8i innerhalb der Ausmauerung 2 und somit beabstandet zur Oberfläche 3 angeordnet ist. Jedenfalls ist es mittels der Sensoreinrichtung 8 und deren ersten Sensor 8a und zweiten Sensor 8i möglich, innerhalb der Ausmauerung 2 einen Temperaturgradienten, der sich beim Aufheizen der Ausmauerung darin bildet, zu erfassen.

[0040] Sowohl die Sensoreinrichtung 8 als auch der Brenner 4 sind signaltechnisch mit der Steuereinrichtung

6 verbunden, nämlich durch jeweilige Datenverbindungen 10, die in Fig. 1 symbolisch und vereinfacht durch gestrichelte Linien angedeutet sind. Diese Datenverbindungen 10 können beispielsweise durch Kabelstrecken oder durch Funkstrecken realisiert sein.

[0041] Die Erfindung funktioniert nun wie folgt:
Zum Aufheizen der Gießpfanne 1 und deren Ausmauerung 2 auf eine vorgegebene Zieltemperatur wird der Brenner 4 angrenzend zum Innenraum I der Gießpfanne 1 positioniert und durch die Steuereinrichtung 6 geeignet angesteuert. Das Pfannenfeuer 5 des Brenners 4 wird in den Innenraum I der Gießpfanne 1 gerichtet, in Folge dessen zunächst eine Oberfläche 3 der Ausmauerung 2 aufgeheizt wird und anschließend dieser Energieeintrag sukzessive in die Ausmauerung 2 hineinwirkt, um innerhalb der gesamten Ausmauerung 2 eine gleichmäßig hohe Temperatur zu erzeugen.

[0042] Die Ansteuerung des Brenners 4 durch die Steuereinrichtung 6 erfolgt als Funktion eines vorbestimmten Sollwertes für einen Temperaturgradienten, der sich innerhalb der Ausmauerung bei deren Aufheizvorgang bildet. Dieser vorbestimmte Sollwert für den Temperaturgradienten wird unter Berücksichtigung zumindest eines Material-Kennwertes der Ausmauerung gebildet aus deren maximal zulässiger thermischer Spannung σ_{Tmax} bestimmt.

[0043] Für die Ansteuerung des Brenners 4 durch die Steuereinrichtung 6 ist es zweckmäßig, wenn hierfür die Signale der Sensoreinrichtung 8, d.h. eine Information für den Temperaturgradienten, der sich innerhalb der Ausmauerung 2 beim Aufheizen durch den Brenner 4 einstellt, für den Betrieb des Brenners 4 als Regelgröße verwendet wird. In dieser Weise ist es möglich, den innerhalb der Ausmauerung 2 erzeugten Temperaturgradienten auf einem konstanten Wert zu halten. Ein solch konstanter Temperaturgradient ist prinzipiell vereinfacht in dem Diagramm von Fig. 2 dargestellt, nämlich durch die Temperaturkurve Ta des ersten Sensors 8a (an der Oberfläche 3 der Ausmauerung 2) und die Temperaturkurve Ti des zweiten Sensors 8b (an einer Stelle innerhalb der Ausmauerung 2, nämlich beabstandet von deren Oberfläche 3).

[0044] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform für die vorliegende Erfindung bzw. für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Im Vergleich zur Darstellung von Fig. 1 ist zusätzlich eine Datenbank DB vorgesehen, die signaltechnisch mit der Steuereinrichtung 6 verbunden ist. In dieser Datenbank DB können Messwerte in Bezug auf vorbestimmte Materialien für die Ausmauerung 2 einer bestimmten Gießpfanne 1 gespeichert sein, die beispielsweise in Vorversuchen ermittelt worden sind. Entsprechend kann der Brenner 4 durch die Steuereinrichtung 6 unter Berücksichtigung der Einträge in der Datenbank DB geeignet gesteuert oder geregelt werden.

[0045] Zusätzlich kann bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 vorgesehen sein, dass in dem Innenraum I der Gießpfanne 1 ein Temperatursensor 12 angeordnet ist, der signaltechnisch mit der Datenbank DB verbunden ist. Somit können Temperatursignale, die von dem Temperatursensor 12 in Bezug auf den Innenraum I der Gießpfanne 1 erfasst werden, geeignet an die Datenbank DB übersandt und darin abgespeichert werden. Auf Grundlage dessen ist dann ein Betrieb des Brenners 4 auch unter Berücksichtigung der Informationen möglich, die mittels des Temperatursensors 12 für den Innenraum I der Gießpfanne 1 bestimmt worden sind.

[0046] Durch ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die Aufheizzeit für beispielsweise eine Gießpfanne 1 oder dergleichen wesentlich zu verkürzen, um somit eine vorgegebene Zieltemperatur für die Ausmauerung 2 der Gießpfanne 1 in kürzerer Zeit zu erreichen. Eine solche beträchtliche Verkürzung der Aufheizzeit auf Grundlage der vorliegenden Erfindung im Vergleich zu herkömmlichen Aufheizzeiten nach dem Stand der Technik ist symbolisch in dem Diagramm von Fig. 4 angedeutet. Hierin ist eine Zieltemperatur Z, bis zu der ein erforderliches Aufheizen durchgeführt wird, durch eine horizontal verlaufende gepunktete Linie angedeutet. Weiters ist in diesem Diagramm eine Aufheizzeit, die mit der vorliegenden Erfindung erzielt wird, durch eine Volllinie dargestellt. Im Vergleich hierzu sind Aufheizzeiten nach dem Stand der Technik sowohl durch eine gestrichelte Linie als auch durch strichpunktierte Linie gezeigt.

[0047] Das Diagramm von Fig. 4 verdeutlicht, dass es mit dem Verfahren nach der vorliegenden Erfindung möglich ist, bislang realisierbare Aufheizzeiten für Gießpfannen zumindest zu halbieren oder noch weiter zu verkürzen.

[0048] Mögliche Verlaufskurven eines Temperaturgradienten dT/dx sind in Fig. 5 gezeigt, nämlich in der unteren Darstellung davon. Hierin sind jeweils mit durchgehender Volllinie, gestrichelter Linie und strichpunktierter Linie verschiedene mögliche Verlaufskurven für den Temperaturgradienten symbolisiert. Diese Verlaufskurven sind mit den Temperaturkurven Ti und Ta gemäß Fig. 2 korreliert, die sich während des Aufheizens der Ausmauerung 2 einstellen und in der oberen Abbildung von Fig. 5 gezeigt sind. Hierin ist angedeutet, dass sich das Aufheizen in drei Zeitbereiche bzw. Phasen I, II und III aufteilt.

[0049] Ausweislich der oberen Abbildung von Fig. 5 kann der Temperaturgradient während der Phase II des Aufheizens einen konstanten Wert annehmen. Prozessbedingt ergibt sich beim Aufheizen der Ausmauerung 2 für die Temperaturkurve Ti in der Phase I eine verzögerte Zunahme, und in der Phase III eine verzögerte Abnahme.

[0050] Ausweislich der unteren Darstellung von Fig. 5, nämlich gemäß der Variante mit durchgehender Volllinie, kann die Energiequelle während des Aufheizens der Ausmauerung derart gesteuert werden, dass der Temperaturgradient dT/dx in der Phase II einen konstanten Wert annimmt, nämlich horizontal verläuft, und hierbei 100 % des vorbestimmten Sollwertes $(dT/dx)_{max}$ beträgt. Alternativ hierzu, in Entsprechung der strichpunktierten

Linie in der unteren Darstellung von Fig. 5, ist es auch möglich, dass der Temperaturgradient dT/dx während der Phase II zeitlich schwankt. Im Zuge dessen kann der Temperaturgradient dT/dx kurzzeitig auch einen Wert größer als 100 % des vorbestimmten Sollwertes annehmen, beispielsweise für eine gewünschte Verkürzung der Aufheizzeit. Im Ausnahmefall ist ein solches Überschreiten des vorbestimmten Sollwertes möglich, ohne dass dabei die Ausmauerung 2 Schaden nimmt.

[0051] In der unteren Darstellung von Fig. 5 ist mit der gestrichelten Linie eine weitere Alternative für den zeitlichen Verlauf des Temperaturgradienten dT/dx gezeigt, wobei in der Phase II der Aufheizzeit der Temperaturgradient dT/dx durchgehend kleiner als der vorbestimmte Sollwert $(dT/dx)_{max}$ gewählt ist.

[0052] Die Varianten für den Verlauf des Temperaturgradienten, die in der unteren Darstellung von Fig. 5 mit strichpunktierter bzw. gestrichelter Linie gezeigt sind, haben gemeinsam, dass der Verlauf des Temperaturgradienten dT/dx insbesondere während der Phase II des Aufheizens nicht konstant ist und zeitlich variabel sein kann.

[0053] Bei einer Anwendung der Erfindung auf dem Gebiet der Stahlerzeugung lassen sich durch das vorstehend genannte Verfahren - bedingt durch eine Maximierung des Wärmestroms, der in die Ausmauerung 2 eingebracht wird - die Prozesszeiten für das Aufheizen der Gießpfanne 1 reduzieren, bei gleichbleibender Lebensdauer der Ausmauerung, weil deren maximal zulässige thermische Spannungen eingehalten bzw. nicht überschritten werden. Ein weiteres Ergebnis einer solch schnelleren Aufheizung der Ausmauerung 2 besteht in einer erheblichen Reduktion der Verluste, die während der Aufheizphase in der Ausmauerung 2 auftreten. Schließlich ist es durch die Möglichkeit eines schnelleren Aufheizens auch möglich, das Temperaturniveau, auf dem eine Gießpfanne 1 zur Bereitschaft für einen nächstfolgenden Einsatz vorgehalten wird, vorteilhaft herabzusetzen, wodurch ein großes Energieeinsparungspotential begründet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufheizen einer ausgemauerten Einrichtung (1), bei dem die Ausmauerung (2) der Einrichtung (1) durch eine Energiequelle (4) erhitzt wird, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass beim Aufheizen der Ausmauerung (2) ein darin erzeugter Temperaturgradient (dT/dx) erfasst wird und als Regelgröße für eine Ansteuerung der Energiequelle (4) verwendet wird, und
   dass die Energiequelle (4) während des Aufheizens der Ausmauerung (2) bis zum Erreichen von deren Zieltemperatur als Funktion eines vorbestimmten Sollwertes für einen innerhalb der Ausmauerung (2) gebildeten Temperaturgradienten (dT/dx) gesteuert wird,
   wobei der vorbestimmte Sollwert für diesen Temperaturgradienten unter Berücksichtigung zumindest eines Material-Kennwertes der Ausmauerung (2) gebildet aus deren maximal zulässiger thermischer Spannung (σ_{Tmax}) bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** innerhalb der Ausmauerung (2) zumindest eine Sensoreinrichtung (8) zur Erfassung des darin erzeugten Temperaturgradienten (dT/dx) angeordnet ist, wobei die Energiequelle (4) mit der Sensoreinrichtung (8) messtechnisch über eine Regelstrecke verbunden ist und entsprechend in Abhängigkeit der Messwerte der Sensoreinrichtung (8) und als Funktion des vorbestimmten Sollwertes für den Temperaturgradienten geregelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Sensoreinrichtung (8) auch eine Temperatur erfasst wird, die an einer Oberfläche der Ausmauerung (2) angrenzend zu einer Einwirkung der Energiequelle (4), vorzugsweise angrenzend zu einer Flamme eines Brenners oder dergleichen, vorliegt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiequelle (4) derart gesteuert wird, dass beim Aufheizen der Ausmauerung (2) ein darin erzeugter Temperaturgradient (dT/dx) einen konstanten Wert annimmt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiequelle (4) derart gesteuert wird, dass beim Aufheizen der Ausmauerung (2) ein darin erzeugter Temperaturgradient (dT/dx) zeitlich variabel ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiequelle (4) derart gesteuert wird, dass beim Aufheizen der Ausmauerung (2) ein darin erzeugter Temperaturgradient (dT/dx) den vorbestimmten Sollwert für den Temperaturgradienten nicht überschreitet.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energiequelle (4) derart gesteuert wird, dass beim Aufheizen der Ausmauerung (2) ein darin erzeugter Temperaturgradient (dT/dx) zumindest 80%, vorzugsweise zumindest 90%, weiter vorzugsweise zumindest 95% des vorbestimmten Sollwerts für den Temperaturgradienten beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung der Energiequelle (4) zum Aufheizen der Ausmauerung (2) in Abhängigkeit von einer Datenbank (DB) erfolgt, in der Messwerte in Bezug auf vorbestimmte Mate-

rialien für die aufzuheizende Ausmauerung (2) gespeichert sind.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Daten zur Ansteuerung der Energiequelle (4) simultan berechnet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vorbestimmte Sollwert für den Temperaturgradienten (dT/dx) unter Berücksichtigung der spezifischen Wärmekapazität (c_p), der Wärmeleitfähigkeit (λ) und/oder der Dichte (p) der Ausmauerung (2) bestimmt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Innenraum (I) der ausgemauerten Einrichtung (1) zumindest ein Temperatursensor angeordnet ist, durch den beim Aufheizen der Ausmauerung (2) eine Temperatur innerhalb des Innenraums (I) der ausgemauerten Einrichtung (1) gemessen und an die Datenbank (DB) übersandt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufheizen in Abhängigkeit eines vorbestimmten Zeitpunkts für die Zieltemperatur der Ausmauerung (2) der ausgemauerten Einrichtung (1) erfolgt und hierzu die Energiequelle (4) geeignet angesteuert wird.

Claims

1. Method for heating a walled-around item of equipment (1) in which the walling (2) of the equipment (1) is heated by an energy source (4),
characterised in that
during heating of the walling (2) a temperature gradient (dT/dx) created therein is detected and is used as a regulating variable for activation of the energy source (4) and
the energy source (4) during heating of the walling (2) up to attainment of the target temperature thereof is controlled as a function of a predetermined target value for a temperature gradient (dT/dx) formed within the walling,
wherein the predetermined target value for this temperature gradient is determined with consideration of at least one material characteristic value of the walling (2) formed from the maximum permissible thermal stress (σ_{Tmax}) thereof.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** at least one sensor device (8) for detection of the temperature gradient (dT/dx) created therein is arranged within the walling (2), wherein the energy source (4) is connected in terms of measuring with the sensor device (8) by way of a regulating path and is correspondingly regulated in dependence on the measurement values of the sensor device (8) and as a function of the predetermined target value for the temperature gradient.

3. Method according to claim 2, **characterised in that** that a temperature present at a surface of the walling (2) adjacent to an action of the energy source (4), preferably adjacent to a flame of a burner or the like, is also detected by the sensor device (8).

4. Method according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the energy source (4) is so controlled that during heating of the walling (2) a temperature gradient (dT/dx) created therein adopts a constant value.

5. Method according to any one of claims 1 to 4, **characterised in that** the energy source (4) is so controlled that during heating of the walling (2) a temperature gradient (dT/dx) created therein is variable over time.

6. Method according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the energy source (4) is so controlled that during heating of the walling (2) a temperature gradient (dT/dx) created therein does not exceed a predetermined target value for the temperature gradient.

7. Method according to any one of claims 1 to 6, **characterised in that** the energy source (4) is so controlled that during heating of the walling (2) a temperature gradient (dT/dx) created therein is at least 80%, preferably at least 90%, more preferably at least 95%, of the predetermined target value for the temperature gradient.

8. Method according to any one of claims 1 to 7, **characterised in that** the control of the energy source (4) for heating the walling (2) is carried out in dependence on a databank (DB) in which measurement values relating to predetermined materials for the walling (2) to be heated are stored.

9. Method according to claim 8, **characterised in that** the data for activation of the energy source (4) are calculated simultaneously.

10. Method according to any one of claims 1 to 9, **characterised in that** the predetermined target value for the temperature gradient (dT/dx) is determined with consideration of the specific thermal capacity (c_p), the thermal conductivity (λ) and/or the density (p) of the walling (2).

11. Method according to any one of claims 8 to 10, **characterised in that** at least one temperature sensor

by which during heating of the walling (2) a temperature within the interior space (I) of the walled-around equipment (1) is measured and transmitted to the databank (DB) is arranged in the interior space (I) of the walled-around equipment (1).

12. Method according to any one of claims 1 to 11, **characterised in that** the heating up is carried out in dependence on a predetermined instant for the target temperature of the walling (2) of the walled-around equipment (1) and the energy source (4) is suitably activated for that purpose.

Revendications

1. Procédé destiné au chauffage d'un mécanisme (1) muni d'un revêtement réfractaire, dans lequel on chauffe le revêtement réfractaire (2) du mécanisme (1) par l'intermédiaire d'une source d'énergie (4), **caractérisé**
en ce que, au cours du chauffage du revêtement réfractaire (2), on enregistre un gradient de température (dT/dx) qui y est généré et on l'utilise à titre de valeur de réglage pour une excitation de la source d'énergie (4) ; et
en ce que la source d'énergie (4) est régulée, au cours du chauffage du revêtement réfractaire (2) jusqu'à ce que l'on atteigne la température cible de ce dernier, en fonction d'une valeur de consigne prédéfinie pour un gradient de température (dT/dx) qui s'est formé au sein du revêtement réfractaire (2) ;
dans lequel la valeur de consigne prédéfinie pour ce gradient de température est déterminée en prenant en compte au moins une valeur caractéristique de la matière du revêtement réfractaire (2) que l'on obtient à partir de la contrainte thermique maximale admissible du revêtement en question.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, au sein du revêtement réfractaire (2), est disposé au moins un mécanisme de détection (8) destiné à l'enregistrement du gradient de température (dT/dx) qui y est généré ; dans lequel la source d'énergie (4) est reliée au mécanisme de détection (8), en ce qui concerne la technique de mesure, par l'intermédiaire d'un système commandé, et est réglée de manière correspondante en fonction des valeurs de mesure du mécanisme de détection (8) et en fonction de la valeur de consigne prédéfinie pour le gradient de température.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, par l'intermédiaire du mécanisme de détection, on enregistre également une température qui est en vigueur à une surface du revêtement réfractaire (2) à un endroit situé à proximité immédiate d'une influence de la source d'énergie (4), de préférence situé à proximité immédiate d'une flamme d'un brûleur ou analogue.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on régule la source d'énergie (4) d'une manière telle que, au cours du chauffage du revêtement réfractaire (2), un gradient de température (dT/dx) qui y est généré prend une valeur constante.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'on régule la source d'énergie (4) d'une manière telle que, au cours du chauffage du revêtement réfractaire (2), un gradient de température (dT/dx) qui y est généré est variable dans le temps.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'on régule la source d'énergie (4) d'une manière telle que, au cours du chauffage du revêtement réfractaire (2), un gradient de température (dT/dx) qui y est généré ne dépasse pas vers le haut la valeur de consigne prédéfinie pour le gradient de température.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'on régule la source d'énergie (4) d'une manière telle que, au cours du chauffage du revêtement réfractaire (2), un gradient de température (dT/dx) qui y est généré représente au moins 80 %, de préférence au moins 90 %, de manière plus préférée au moins 95 % de la valeur de consigne prédéfinie pour le gradient de température.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la régulation de la source d'énergie (4) destinée au chauffage du revêtement réfractaire (2) a lieu en fonction d'une banque de données (DB) dans laquelle sont stockées des valeurs de mesure en ce qui concerne des matériaux prédéfinis pour le revêtement réfractaire (2) qui doit être chauffé.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les données qui sont destinées à exciter la source d'énergie (4) font l'objet d'un calcul simultané.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'on détermine la valeur de consigne prédéfinie pour le gradient de température (dT/dx) en prenant en compte la capacité de chaleur massique (c_p), la conductibilité thermique (λ) et/ou la masse volumique (p) du revêtement réfractaire (2).

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que**, dans l'espace interne

(I) du mécanisme (1) muni d'un revêtement réfractaire, est disposé au moins un capteur de la température par l'intermédiaire duquel, au cours du chauffage du revêtement réfractaire (2), une température est mesurée à l'intérieur de l'espace interne (I) du mécanisme (1) muni d'un revêtement réfractaire et est envoyée à la banque de données (DB).

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le chauffage a lieu en fonction d'un moment prédéfini pour la température cible du revêtement réfractaire (2) du mécanisme (1) muni d'un revêtement réfractaire et la source d'énergie (4) est excitée de manière appropriée à cet effet.

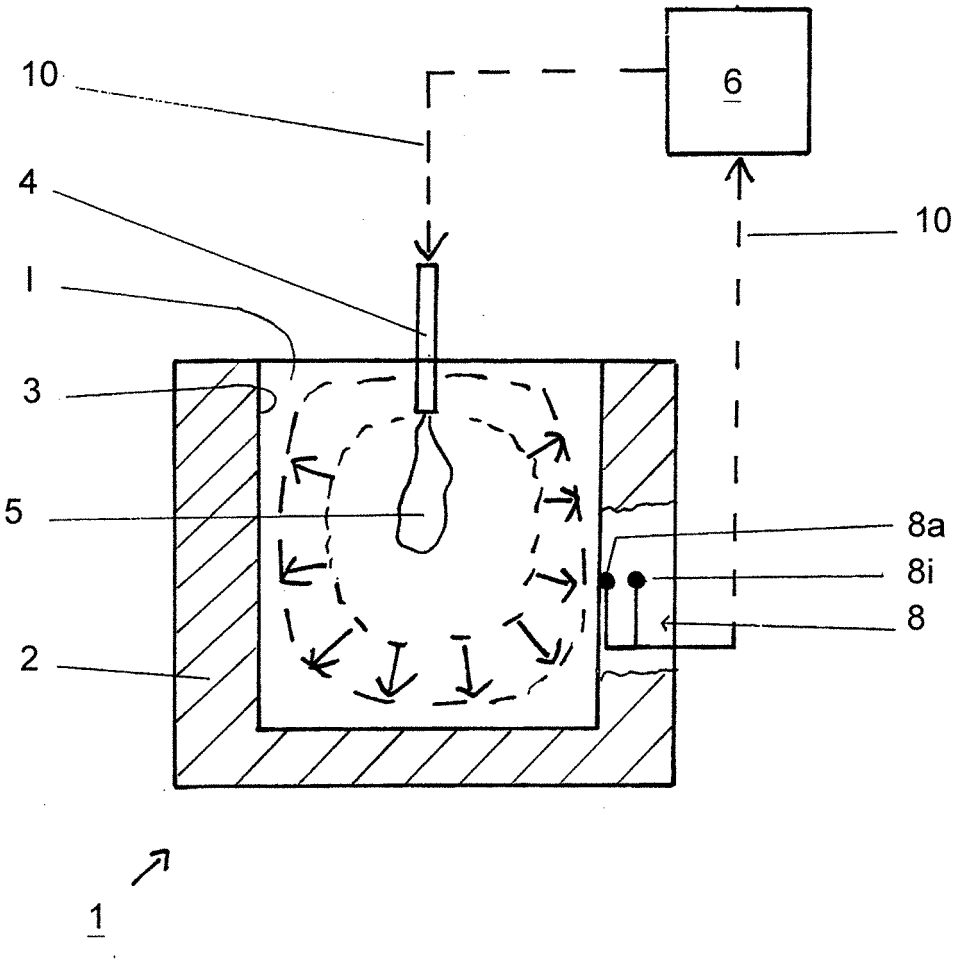


FIG. 1

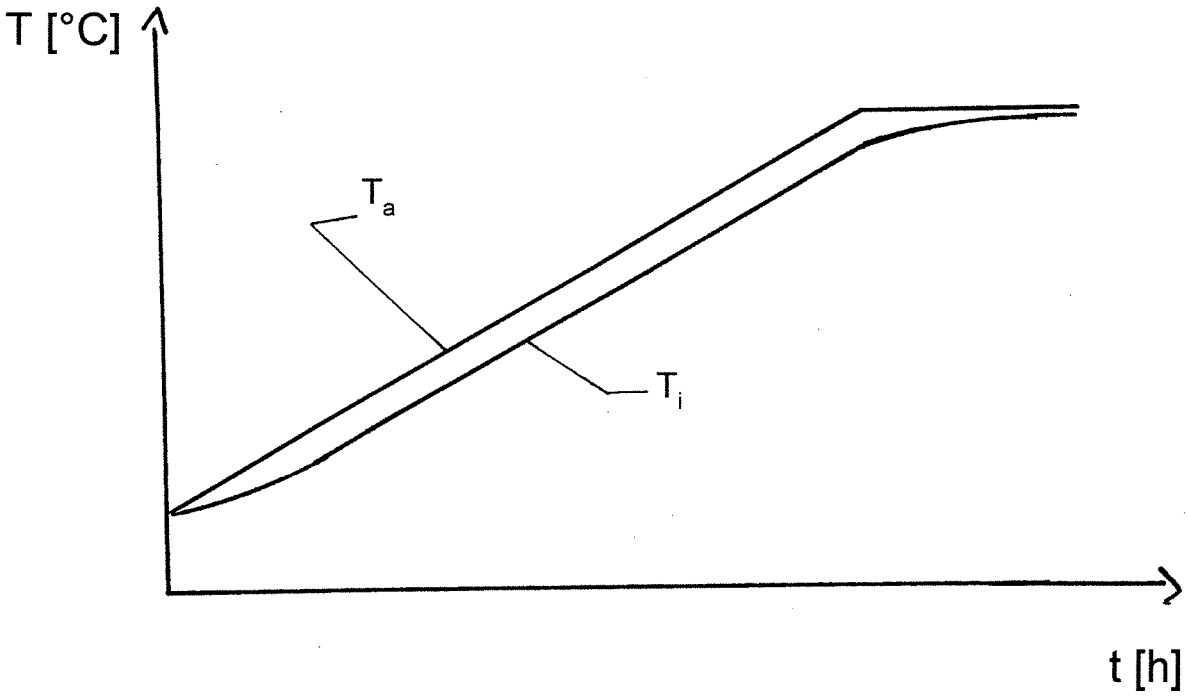


FIG. 2

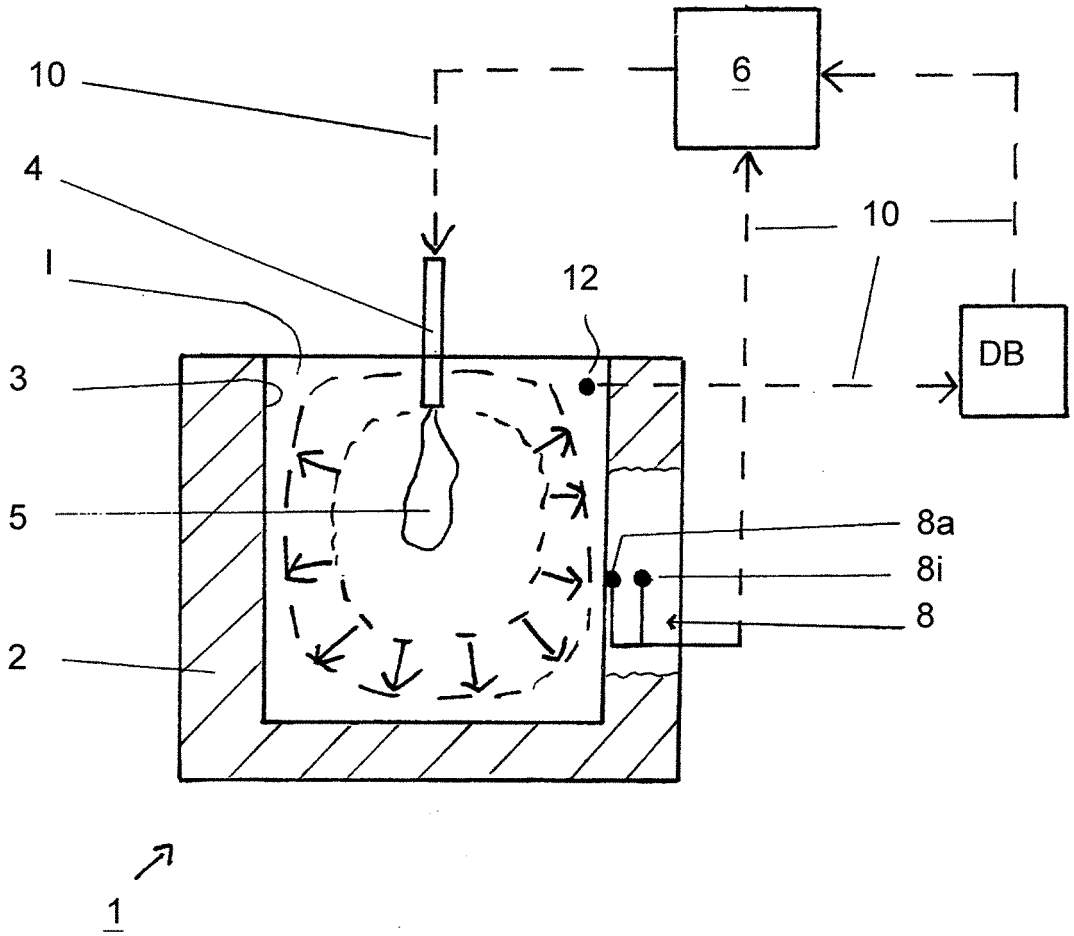


FIG. 3

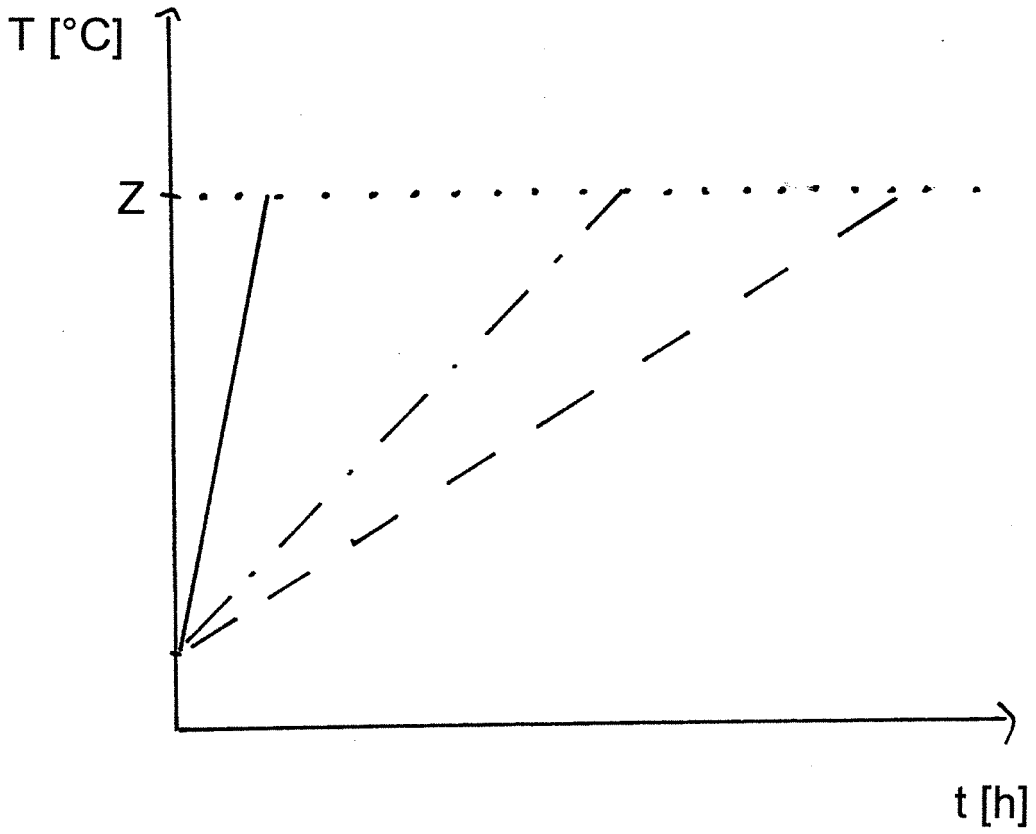


FIG. 4

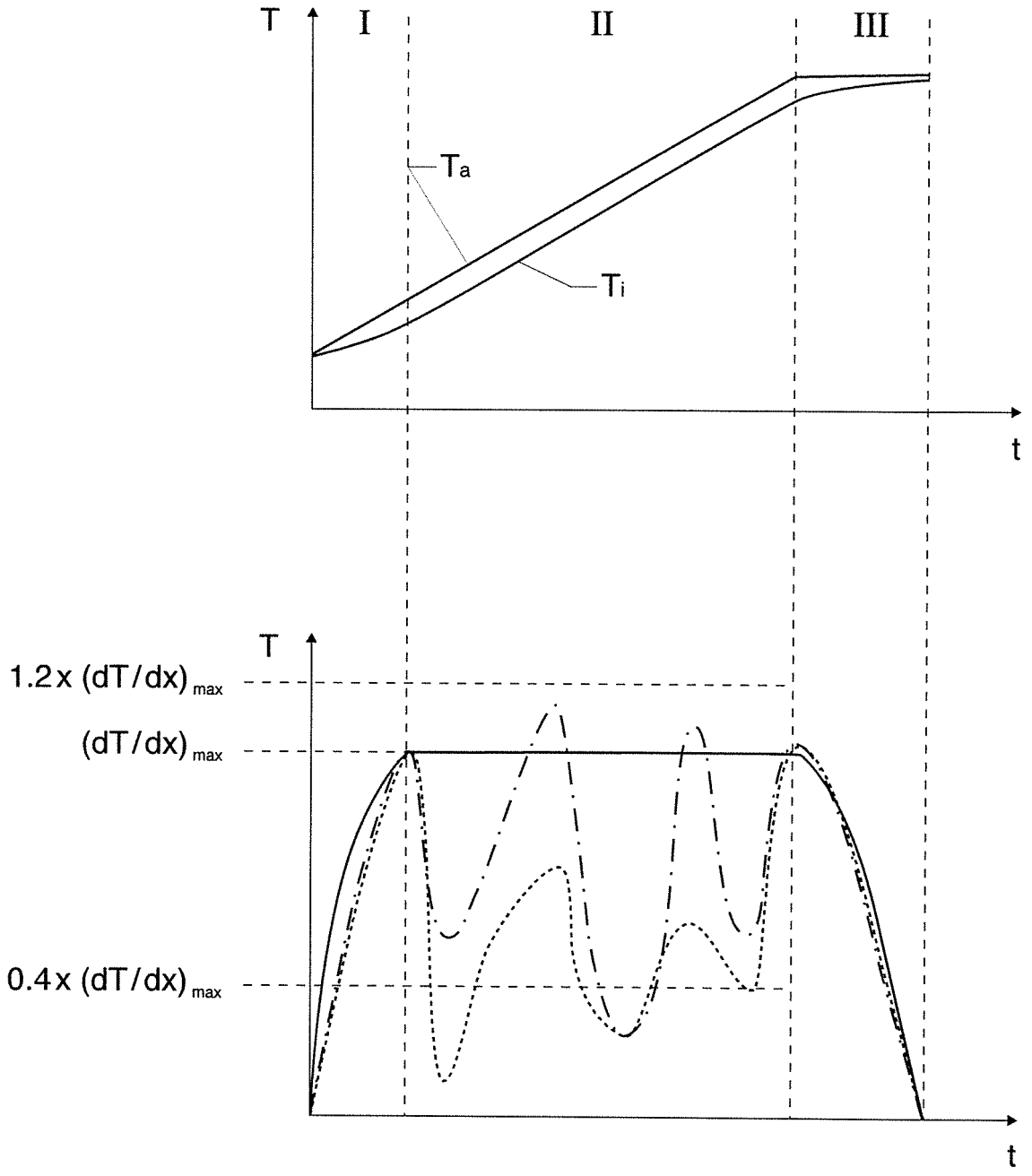


FIG. 5

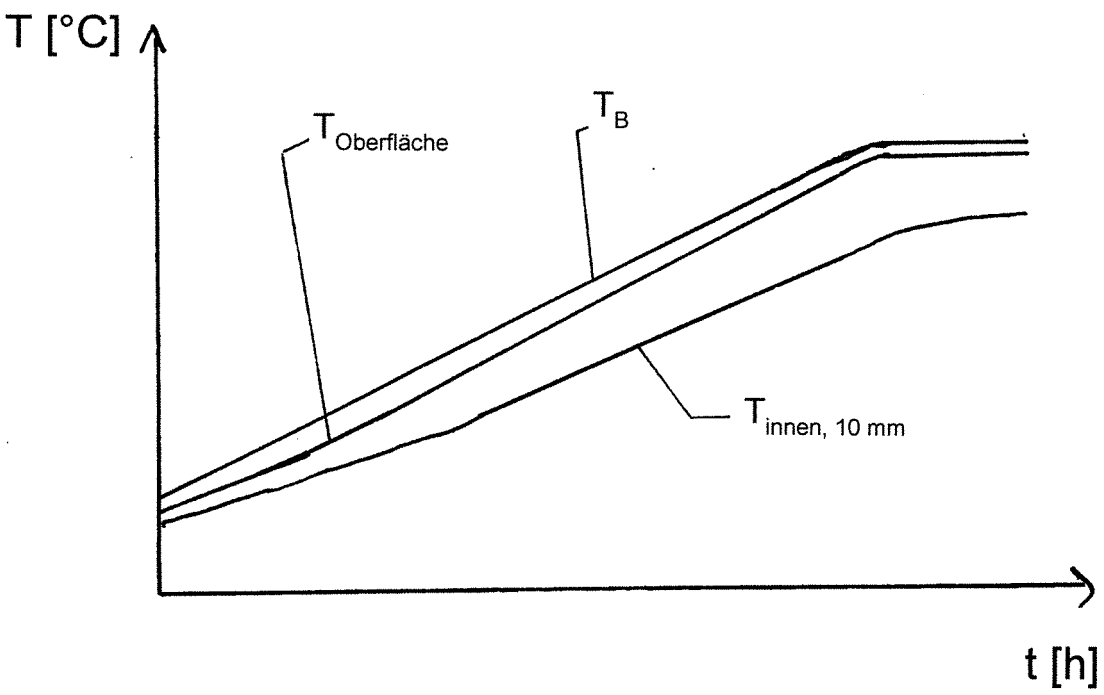


FIG. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19935451 A1 **[0003]**
- WO 2008154595 A2 **[0004]**
- KR 20120009104 A **[0005]**
- KR 20130075280 A **[0006]**
- RU 2493519 C2 **[0009]**