

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 150 933

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

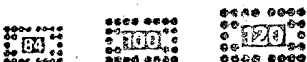
(11) 150 933 (44) 23.09.81 3(51) F 27 B 3/00
(21) WP F 27 B / 221 266 (22) 21.05.80

-
- (71) VE Wissenschaftlich-techn. Betrieb Keramik, Meißen, DD
(72) Maier, Peter, Dr. Dipl.-Ing.; Rothe, Uwe, Dipl.-Ing.; Zuschke, Jürgen, Dipl.-Ing.; Krahl, Karl, DD
(73) siehe (72)
(74) VE Wissenschaftlich-techn. Betrieb Keramik, Patentabteilung, 8250 Meißen, Ossietzkystraße 37a
-

- (54) Verfahren und Anordnung zur Steuerung der Wärmebehandlungstemperatur in Industrieöfen
-

(57) Die Erfindung kommt bei keramischen Tunnelöfen im Lochtemperaturbereich, die mit Prozeßtemperaturen von über 1200 °C betrieben werden und bei denen die Wärmebehandlungstemperatur konstant zu steuern ist oder wo infolge von Brenngutwechsel rasch höhere Prozeßtemperaturen realisiert werden müssen, zur Anwendung. Mit der Erfindung wird die Steuerung der Prozeßtemperatur mittels der Änderung der Volumen- bzw. Enthalpieströme (gas- und luftseitig) dadurch verändert, daß diese konstant gehalten werden und eine Veränderung bzw. Korrektur der Prozeßtemperatur durch entsprechende Erhöhung bzw. Verringerung der Temperatur der Verbrennungsluft erreicht wird. Erfindungsgemäß erfolgt dabei die Erhöhung der Verbrennungslufttemperatur durch einen gesonderten Luftvorwärmer und/oder durch Nutzung von Anfallenergie (z.B. Rekuperator in der Ofenwand). Die Steuerung der Verbrennungslufttemperatur erfolgt im Luftvorwärmer und/oder durch Einflußnahme auf das Mischungsverhältnis der beiden Teilströme der Verbrennungsluft unterschiedlicher Temperatur.

8 Seiten



VE Wissenschaftlich-technischer
Betrieb Keramik

825 Meißen, Ossietzkystraße 37a

Titel der Erfindung

Verfahren und Anordnung zur Steuerung der Wärmebehandlungstemperatur in keramischen Industrieöfen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Steuerung der Wärmebehandlungstemperatur in keramischen Industrieöfen, insbesondere keramischen Tunnelöfen im Hochtemperaturbereich, die mit Prozeßtemperaturen von über 1200 °C betrieben werden und bei denen entweder die Wärmebehandlungstemperatur bei Leistungsschwankungen oder anderen Störgrößen konstant zu steuern ist, oder wo infolge von Brenngutwechsel rasch höhere Prozeßtemperaturen zu realisieren sind.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei Sollwertabweichungen der Temperatur nach unten, werden z. Z. grundsätzlich die Volumen- bzw. Enthalpieströme erhöht. Dies hat namentlich bei den technisch üblichen Verbrennungstemperaturen folgende Nachteile:

- Die Volumenstromänderungen wirken sich in Tunnelöfen enthalpiestrommäßig ungünstig auf die stromabwärts liegenden Zonen aus. Besonders ist dies der Fall, wenn stromabwärts (also in der Vorwärmzone) die Solltemperatur vorliegt, oder bereits schon überschritten ist.

- Die Volumenstromänderung führt zu Druckänderungen im Ofen. Dadurch werden in der Vorwärmzone die Falschluf-
volumenströme und in der Brennzzone das Driften von Rauch-
gas in die Kühlzone unkontrollierbar verändert, so daß
letztlich das gesamte Ofenregime außer Tritt geraten kann.
- Der höhere Volumenstrom hat Änderungen der Verbrennungs-
lufttemperatur im Falle einer rekuperativen Vorwärmung
zur Folge.
- Besonders bei Brennstoffen oder Brennersystemen, die eine
relativ geringe Flammentemperatur erreichen lassen, er-
folgt ein Temperaturanstieg durch höhere Beaufschlagung
der Brenner sehr träge (zuweilen auch gar nicht), so daß
die notwendige Stabilisierung der Solltemperatur nicht
erzielt wird. Darüber hinaus entstehen durch o. g. Ver-
halten Energie- und Qualitätsverluste.

Das o. a. Verfahren zur Regelung ist z. B. in DT 10055166
Kl. 24 m 1/03, IP Kl. F 23 n beschrieben. Es sind aber
auch Verfahren bekannt, wonach die Steuerung durch Ab- bzw.
Zuschalten von Brennern erfolgt (DT 150849, Kl. 31 a 1 9/40,
IP Kl. F 27 d 9/40).

Darüber hinaus gibt es eine Reihe spezieller Verfahren
(z. B. gemäß DT 1083745 Kl. 80 c 5 IP Kl. C04 c), denen
aber vom Grundsatz her die gleichen Mängel wie oben darge-
stellt anhaften.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung hat das Ziel, die o. a. technischen Mängel
zu eliminieren und einen stabilen Prozeßbetrieb bei spar-
samem Energieeinsatz zu sichern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Wärmeübertragung erfolgt im wesentlichen im Hochtemperaturgebiet durch direkte Strahlung der Flamme an das Brenngut oder mittelbar über die Ofeninnenwände nach der bekannten Gleichung

$$\dot{Q} = A \cdot K \left[\left(\frac{T_S}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_E}{100} \right)^4 \right]$$

wobei A die Flächen-, K die Strahlungssituation beinhalten und die Indices S und E Sender und Empfänger bedeuten.

Obwohl bei den praktisch eingesetzten Brennstoffen, Stadt- und Importerdgas, die theoretischen Flammentemperaturen bei über 2000 °C liegen, werden praktisch durch Mischung mit Umgebungsgas infolge des Strahlimpulses der Flamme, durch thermische Dissoziation und durch technologisch erforderliche Abweichungen vom stöchiometrischen Verbrennungsluftverhältnis nur erheblich niedrige Werte erreicht. Für Brennstoffe mit höherem Ballastanteil (Eigenerdgas, Generatorgas) ist die erreichbare Flammentemperatur von vornherein problematisch für Hochtemperaturprozesse. Bei Volumenstromänderungen bzw. Laststeigerungen der Brenner tritt praktisch durch o. a. Faktoren keine oder eine nicht ausreichend wirksame Steigerung von T_S trotz erhöhtem Enthalpiestrom ein, so daß die Steuerung der Wärmebehandlungstemperatur nicht ausreichend funktioniert. Die erwünschte, zur Temperaturerhöhung erforderliche, Steigerung von \dot{Q} infolge Ansteigens von T_S wird beim praktischen Betrieb noch dadurch beeinträchtigt, daß mit steigendem Volumenstrom am Brenner der Strahlimpuls steigt, wodurch eine höhere Zumischung von Umgebungsgas erfolgt und sich T_S dadurch mindert.

Erfindungsgemäß wird nun die Steuerung von T_E dadurch gelöst, daß nicht die Massenströme der Brenner, gasseitig (\dot{m}_G) und verbrennungsluftseitig (\dot{m}_{VL}), beeinflußt werden, sondern

konstant bleiben und T_s dadurch erhöht wird, wenn T_E unterhalb des Sollwertes liegt, indem die Temperatur der Verbrennungsluft gesteigert und wenn T_E oberhalb des Sollwertes liegt die Verbrennungslufttemperatur gesenkt wird.

Erfindungsgemäß erfolgt dabei die Erhöhung der Verbrennungslufttemperatur durch einen gesonderten Luftvorwärmer oder durch Nutzung von Anfallenergie, die beim Prozeß selbst anfällt. Dabei steigt bei z. B. Stadtgas die Flammentemperatur etwa nach folgender Relation (bei stöchiometrischer Verbrennung):

$$\Delta t_{Fl} \approx 0,3 \Delta t_{VL}$$

Somit ergibt sich für die Wärmeübertragung

$$\frac{\dot{Q}_0}{\dot{Q}_1} = \frac{\left(\frac{T_{s-0}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{E-0}}{100}\right)^4}{\left(\frac{T_{s-1}}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{E-1}}{100}\right)^4}$$

Für praktische Verhältnisse wie sie z. B. an einem Porzellanglattbrandofen vorliegen, wo die Flammentemperaturen maximal bei 1500 °C liegen, bedeutet eine Erhöhung von T_{s-0} um z. B. 70 K eine Steigerung der Wärmeübertragung um ca. 50 %, eine Erhöhung von T_{s-0} um z. B. 18 K ergibt eine Steigerung von \dot{Q} um ca. 15 %. Dadurch wird bei annähernd gleichen Druck- und Volumenverhältnissen im Ofen eine wirksame Temperaturbeeinflussung, und zwar an der Stelle erzielt, wo sie erfolgen soll.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

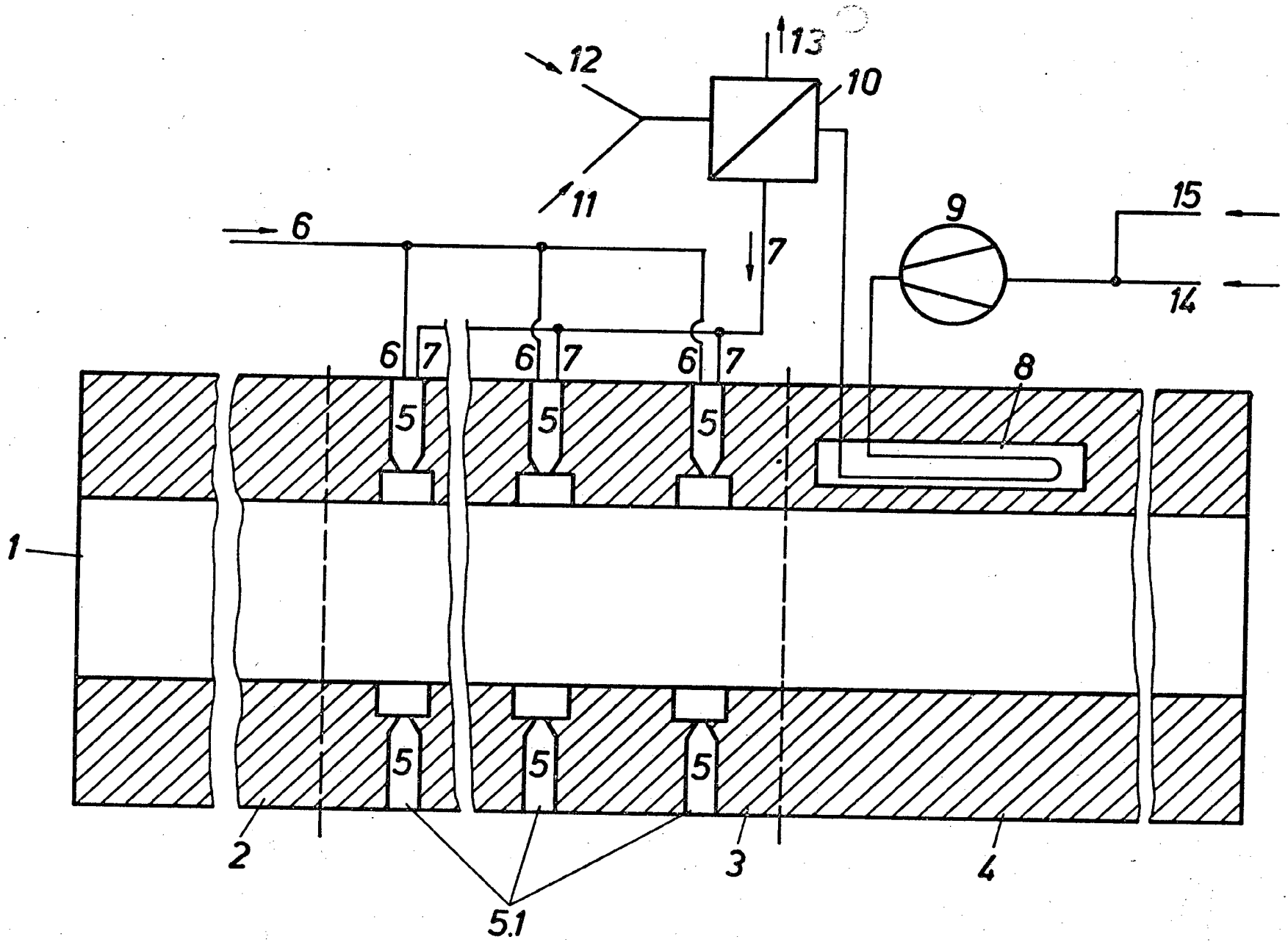
In der zugehörigen Zeichnung wird ein Horizontalschnitt durch einen Tunnelofen dargestellt.

Der Industrieofen besteht aus Vorwärmzone 2, Brennzone 3 und Kühlzone 4. Die Brenner 5 der zu steuernden Brennergruppe 5.1 erhalten über die Zuführung Gas 6 und über die Zuführung Verbrennungsluft 7. Die Verbrennungsluft 7 wird in einem Rekuperator 8 vorgewärmt, von einem Lüfter 9, der auf konstanten Förderstrom geregelt wird, gefördert und bei Bedarf im Luftvorwärmer 10, der mit Brenngas 11 beheizt wird, nachgeheizt. Die Verbrennungsluft 12 des Luftvorwärmers 10 wird separat gefördert. Das Abgas 13 des Luftvorwärmers 10, dessen Enthalpie durch Sekundärverbraucher genutzt werden kann, wird im üblichen Sinne abgeführt. Anstelle der Nachheizung der Verbrennungsluft 7 durch den Luftvorwärmer 10 kann auch von Lüfter 9 an Stelle Umgebungsluft 14 durch Umschaltung auf bereits vorgewärmte Luft 15 umgestellt werden, was ebenfalls zu einer Erhöhung der Temperatur t_{VL} führt. Diese vorgewärmte Luft 15 steht an Tunnelöfen am Ende der Kühlzone 4 ohnehin als Anfallenergie an.

Erfindungsansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Wärmebehandlungstemperatur in Industrieöfen, insbesondere keramischen Tunnelöfen im Hochtemperaturbereich dadurch gekennzeichnet, daß bei Sollwertunterschreitungen der Temperatur in der Brennzone an Stelle der Erhöhung der Brennstoffzufuhr und Verbrennungsluftzufuhr die Temperatur der Verbrennungsluft gesteigert wird.
2. Verfahren nach Punkt 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungslufttemperatur im Rekuperator und im Luftvorwärmer erhöht und/oder durch Zufuhr bereits vorgewärmter Luft und/oder durch Umgebungsluft geregelt wird.
3. Verfahren nach Punkt 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Verbrennungsluft aus zwei Teilströmen mit unterschiedlicher Temperatur besteht und die Steuerung durch Einflußnahme auf das Mischungsverhältnis erfolgt.
4. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, 2 und 3 dadurch gekennzeichnet, daß dem Rekuperator (8) ein weiterer Luftvorwärmer (10) vor- oder nachgeschaltet ist.
5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, 2 und 3 dadurch gekennzeichnet, daß der Rekuperator (8) aus zwei Teilen besteht, die unterschiedliche Lufttemperaturen erwirken.

Hierzu 1 Seite Zeichnung



02M111000+569244