DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) **Wirtschaftspatent**

(19) **DD** (11) **253 469 A1**

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) **F 23 D 14/62**
F 23 D 14/66

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP F 23 D / 295 338 5	(22)	17.10.86	(44)	20.01.88

(71) VEB Stahl- und Walzwerk Brandenburg, Straße der Aktivisten, Brandenburg (Havel), 1800, DD
(72) Wulff, Bernd, Dipl.-Ing.; Kretzschmar, Klaus, Dipl.-Ing.; Schubert, Erich, Dipl.-Ing.; Hahn, Achim; Brademann, Hans, Dipl.-Ing.; Schmalz, Hans-Werner; Hintze, Werner; Vollbert, Ulf, DD

(54) Hochleistungsbrennkammer für Hochgeschwindigkeitsbrenner

(57) Die Erfindung betrifft eine Hochleistungsbrennkammer für Hochgeschwindigkeitsbrenner, die in Industrieöfen zum Einsatz kommen. Das Ziel besteht darin, die Haltbarkeit der Brennkammern von Hochgeschwindigkeitsbrennern bei gleichzeitiger Zunahme der maximal zulässigen Brennkammerbelastung zu erhöhen. Aufgabe ist es, eine Hochleistungsbrennkammer zu entwickeln, mit der die Vorteile des Hochgeschwindigkeitseffektes besser genutzt werden können. Die erfindungsgemäße Brennkammer besteht im wesentlichen aus einem keramischen Feuerfestteil und einem sich daran anschließenden Edelstahlteil. In Abhängigkeit von der zum Einsatz kommenden Brennstoffart werden die Längen der beiden Brennkammerteile festgelegt. Durch die konstruktive Gestaltung des Edelstahlteiles erfolgt gleichzeitig die Kühlung mit der Verbrennungsluft. Fig. 1

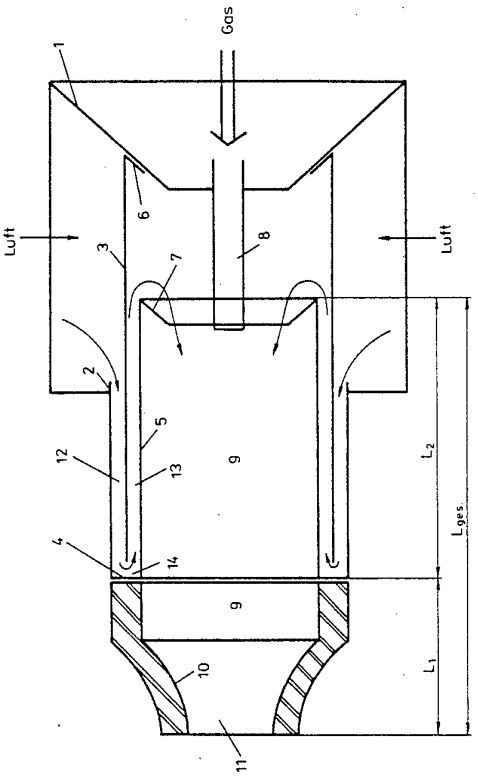


Fig. 1

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. Hochleistungsbrennkammer für Hochgeschwindigkeitsbrenner, **gekennzeichnet dadurch,** daß sie aus einem dem Ofenraum zugewandten vorderen Teil der Länge L_1 aus keramischem Feuerfestmaterial und einem hinteren Teil der Länge L_2 aus hitze- und zunderbeständigem Stahl besteht und daß die Längen der beiden Teile in Abhängigkeit vom eingesetzten Brennstoff mit

$$L_1 = \left(\sqrt[3]{V_{Verbr.}\left[\frac{cm}{s}\right]} \pm 0{,}05 \right) L_{ges}$$

$$L_2 = L_{ges} - L_1$$

festgelegt sind.

2. Hochleistungsbrennkammer nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch,** daß beim Einsatz von mehreren Brennstoffen mit unterschiedlichen Verbrennungsgeschwindigkeiten die Dimensionierung der Teillängen (L_1; L_2) nach dem Brennstoff mit der kleinsten Verbrennungsgeschwindigkeit erfolgt.
3. Hochleistungsbrennkammer nach Anspruch 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch,** daß der Zylinder (3) zum Stirnring (4) einen definierten Abstand besitzt und damit einen Umlenkspalt (14) für die Verbrennungsluft bildet und mit seinem großen Kegelstumpf (6) formschlüssig am Luftgehäuse (1) angeordnet ist und die luftgekühlte Brennkammer in einen äußeren (12) und inneren (13) Ringraum unterteilt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Hochleistungsbrennkammer für Hochgeschwindigkeitsbrenner, die in Industrieöfen zum Einsatz kommen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind Brennkammern von Hochgeschwindigkeitsbrennern unterschiedlicher Konstruktion bekannt.
Hochgeschwindigkeitsbrenner bestehen aus der Zuführungsvorrichtung für den Brennstoff und die Verbrennungsluft, sowie dem charakteristischen Merkmal, der Brennkammer mit dem verengten Brennkammeraustritt als Brennkammerdüse.
Die Auskleidung der Brennkammer ist materialmäßig abhängig von den in ihr herrschenden Betriebstemperaturen sowie möglichen Temperaturschwankungen. Es sind Hochgeschwindigkeitsbrenner kleiner Leistung (bis ca. 200 kW) bekannt, bei denen die keramische Brennkammer aus einem Stück gefertigt ist (DD-PS 151 653). Stahlanker im Feuerfestmaterial schaffen die Verbindung zu einer Stahlplatte an der Brennkammer, die als Befestigung an der Ofenverplattung dient.
Die keramische Brennkammer kann auch mit einem Blechmantel umgeben sein, der mit dem Brennerflansch verbunden ist.
In beiden Fällen muß bei Verschleiß des Brenners der gesamte Brenner gewechselt werden.
Auch mittlere Brennergrößen (bis 800 kW) sind bereits nach diesem Prinzip gebaut worden. Nachteilig wirkt sich bei diesen größeren Brennertypen die zunehmende Rißanfälligkeit der keramischen Teile infolge unterschiedlicher Temperaturbelastung und damit verbundenen Spannungsunterschieden als Ursache aus. Diese Risse bilden den Ausgangspunkt des Durchtrittes der heißen Gase bis an die Ofenverplattung, wodurch sich diese einerseits aufheizt und zerstört werden kann, andererseits durch den Druckabfall der Hochgeschwindigkeitsbrennereffekt herabgemindert bzw. aufgehoben wird.
Bei noch größeren Hochgeschwindigkeitsbrennern (bis ca. 2000 kW) wurde versucht, der unkontrollierten Rißbildung dadurch zu begegnen, indem die Brennkammern horizontal geteilt wurden und hochfeuerfeste keramische Halbschalen, bzw. separate Düsenringe gleichen Materials so eingefügt wurden, daß keine Schnittfugen entstanden (DD-PS 153 218).
Dies hat zu Verbesserungen des Betriebsverhaltens geführt, schließt aber Ausbesserungen während der Ofenreise nicht aus. Damit ist ein störungsfreier Langzeitbetrieb nicht gewährleistet. Es sind auch Brennkammern bekannt, bei denen zur Erhöhung der Haltbarkeit im zylindrischen Teil der Brennkammer tangentiale Bohrungen vorhanden sind, durch die der axial und radial aufgeteilte Luftstrom zur Kühlung der Brennkammerinnenwand genutzt wird (DD-PS 195 856). Bei rekuperativ hochvorgewärmter Verbrennungsluft und dadurch begünstigten hohen Verbrennungstemperaturen ist auch hier die Langzeitbelastung nicht gewährleistet. Entstehende Schäden in der Brennkammer führen wiederum zu den genannten Nachteilen, bis zur Nichterreichung des geplanten Reparaturzyklus des Ofengefäßes.

Bekannt sind auch Lösungen von Brennkammern, bei denen ein Teil des Verbrennungsluftstromes zur Kühlung der Brennkammerinnenfläche verwendet wird.
Zum Stand der Technik gehören auch Brennkammern, die vollständig aus hitze- und zunderbeständigem Stahl hergestellt sind und die durch die Verbrennungsluft gekühlt werden (DE-OS 2408542). Der Nachteil dieser Lösung ist, daß diese Brennkammer nur für Ofenraumtemperaturen bis 1000°C eingesetzt werden kann und daß die ganze Innenfläche der Brennkammer keine glühenden Stellen aufweist, was sich negativ auf die Brennstabilität auswirkt.

Ziel der Erfindung

Der nützliche Effekt der Erfindung besteht darin, durch eine geeignete konstruktive Lösung der Brennkammer von Hochgeschwindigkeitsbrennern die Haltbarkeit der Brennkammern bei gleichzeitiger Zunahme der maximal zulässigen Brennkammerbelastung zu erhöhen, wodurch die Vorteile des Hochgeschwindigkeitseffektes besser ausgenutzt werden können.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Hochleistungsbrennkammer für Hochgeschwindigkeitsbrenner zu entwickeln, durch die die Vorteile des Hochgeschwindigkeitseffektes besser genutzt werden können.
Die Brennkammer ist so auszuführen, daß bei optimaler Fertigungstechnologie ein leichter Einbau und eine hohe Haltbarkeit aller Brennkammerteile erreicht wird, wobei eine Anpassung der Brennkammerausführung an die Brennstoffart ein Wesensmerkmal ist.
Eine weitere Aufgabe besteht darin, die Temperaturspannungen im keramischen Brennkammermaterial so zu verringern, daß keine Spannungsrisse auftreten.
Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Gewährleistung der effektiven Verbrennung des Brennstoffluftgemisches in der Brennkammer, um ein Abreißen der Flamme bei Maximallast zu verhindern.
Erfindungsgemäß wird das dadurch gelöst, daß die Brennkammer in Längsrichtung in zwei Teile geteilt ist, die aus verschiedenen Materialien hergestellt sind. Der vordere, dem Ofenraum zugewandte Teil der Brennkammer mit der Brennkammerdüse, aus der die heißen Verbrennungsgase die Brennkammer verlassen, ist aus keramischem Feuerfestmaterial hergestellt. Die Länge dieses Keramikteiles wird brennstoffspezifisch ausgeführt, da das Feuerfestmaterial sehr teuer ist und nicht die Haltbarkeit aufweist wie der sich anschließende luftgekühlte Edelstahlteil der Brennkammer. Die minimale Länge des Feuerfestteils wird so festgelegt, daß eine ausreichend glühend heiße Innenfläche der Brennkammer vorliegt, die für die Brennstabilität des Brenners notwendig ist. Die optimale Länge des Feuerfestteiles richtet sich damit nach der zum Einsatz gelangenden Brennstoffart. Brennstoffe mit hoher Zündgeschwindigkeit ermöglichen ein kurzes Feuerfestteil, während bei Brennstoffen mit niedriger Zündgeschwindigkeit das Feuerfestteil verlängert werden muß.
Dazu wurde folgende Abhängigkeit der Länge des keramischen Teiles der Brennkammer ermittelt:

$$L_1 = \left(\sqrt[3]{V_{Verbr.} \left[\frac{cm}{s}\right]} \pm 0{,}05 \right) L_{ges}$$

$V_{Verbr.}$ = Verbrennungsgeschwindigkeit des Brennstoffes in cm pro Sekunde
Die Länge des metallischen Teiles ergibt sich dann aus der Beziehung:

$$L_2 = L_{ges} - L_1$$

Die Gesamtlänge der Brennkammer ergibt sich aus bekannten Beziehungen der Verbrennungstechnik in Abhängigkeit von der Brennerleistung.
Werden im gleichen Hochgeschwindigkeitsbrenner zeitlich nacheinander Brennstoffe mit unterschiedlichen Verbrennungsgeschwindigkeiten eingesetzt, so sind die Längen des Feuerfestteils und des luftgekühlten Teils nach dem Brennstoff mit der geringeren Verbrennungsgeschwindigkeit festzulegen.
Der hintere Teil der Brennkammer, in den die Verbrennungsmedien eintreten, wird aus hitze- und zunderbeständigem Stahl (Edelstahl) hergestellt. Da die Temperaturdauerbelastung in der Brennkammer für Edelstahl zu hoch ist, muß dieser Teil gekühlt werden. Dazu wird in diesem Fall die Verbrennungsluft genutzt.
Dieses Brennkammerteil wird deshalb aus drei ineinander angeordneten Zylindern hergestellt, deren Abstand zueinander durch Stegbleche gesichert ist. Der mittlere Zylinder endet jedoch an der zum Feuerfestteil weisenden Seite des Edelstahlbrennkammerteils um einen definierten Betrag vor einem Stirnring. Der Abstand wird nach der durchzusetzenden Luftmenge berechnet. Dadurch entsteht ein Umlenkspalt für die Luftzuführung. Der Stirnring zwischen äußerem und innerem Zylinder komplettiert die Luftumlenkung.

Am anderen Ende des Edelstahlbrennkammerteils paßt sich der mittlere Zylinder mit dem großen Kegelstumpf formschlüssig an die Kontur des Luftgehäuses an. Dadurch wird für die Verbrennungsluft eine Zwangsführung erreicht, da sie zwischen äußerem und mittlerem Zylinder in Richtung Stirnring strömen muß, durch den Stirnring um 180° umgelenkt wird, zwischen mittlerem und innerem Zylinder zurückströmen muß und nach weiterer Umlenkung in den Verbrennungsraum der Brennkammer gelangt, wo sie sich mit dem Brennstoff mischt.
Durch diese Zwangsführung werden vor allem Stirnring und der innere Zylinder luftgekühlt, wodurch diese Bauteile den hohen Brennkammertemperaturen standhalten können. Durch die Luftkühlung treten in den Edelstahlteilen nur geringe Temperaturdifferenzen auf, so daß an diesen Teilen auch nur geringe Wärmespannungen entstehen. Der Feuerfestteil und der Edelstahlteil der Brennkammer werden durch einen Brennerstein aus Feuerfestmaterial formschlüssig gehalten. Die Lagerung des Brennersteins erfolgt nach bekannten Verfahren.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.
Fig. 1 zeigt den Längsschnitt durch den Brenner.
Die Luft strömt in das äußere Luftgehäuse 1 ein. Durch die formschlüssige Anordnung des mit dem mittleren Zylinder 3 verschweißten großen Kegelstumpfes 6 zur Luftgehäuse 1 wird die Luft gezwungen, zwischen dem äußeren Zylinder 2 und dem mittleren Zylinder 3 in Richtung Stirnring 4 zu strömen. Da der mittlere Zylinder 3 ein definiertes Maß vor dem Stirnring 4 endet, erfolgt eine Umlenkung der Luftzuführung um 180° und die Luft strömt zwischen mittlerem Zylinder 3 und innerem Zylinder 5 zurück in Richtung Luftgehäuse. Im inneren Teil des Luftgehäuses erfolgt wiederum eine Umlenkung der Luft, die nun zwischen dem kleinen Kegelstumpf 7 und Gasteil 8 in die Brennkammer 9 strömt und sich dort mit dem Brennstoff vermischt. Die heißen Verbrennungsgase verlassen durch die Brennkammerdüse 11 die Brennkammer. Durch diese Zwangsluftführung werden vor allem der innere Zylinder 5 und der Stirnring 4 gekühlt.
Die Brennkammer 9 mit der Länge L_{ges} besteht aus dem vorher beschriebenen luftgekühlten Edelstahlteil der Länge L_2 und dem Feuerfestteil 10 der Länge L_1. Für Brennstoffe mit niedriger Verbrennungsgeschwindigkeit (z. B. Eigenerdgas mit $V_{Verbr.}$ = 19 cm/s) werden die Länge des keramischen Feuerfestteils L_1 und die Länge des luftgekühlten Edelstahlteils L_2 wie folgt gewählt

$$L_1 = (0{,}4 \pm 0{,}05)\, L_{ges}$$
$$L_2 = (0{,}6 \mp 0{,}05)\, L_{ges}$$

Für Brennstoffe mit hoher Verbrennungsgeschwindigkeit (z. B. Importerdgas mit $V_{Verbr.}$ = 39 cm/s) wird das keramische Feuerfestteil verkürzt und der luftgekühlte Teil der Brennkammer um das entsprechende Maß verlängert.
Die Teillängen werden wie folgt gewählt:

$$L_1 = (0{,}28 \pm 0{,}05)\, L_{ges}$$
$$L_2 = (0{,}72 \mp 0{,}05)\, L_{ges}$$

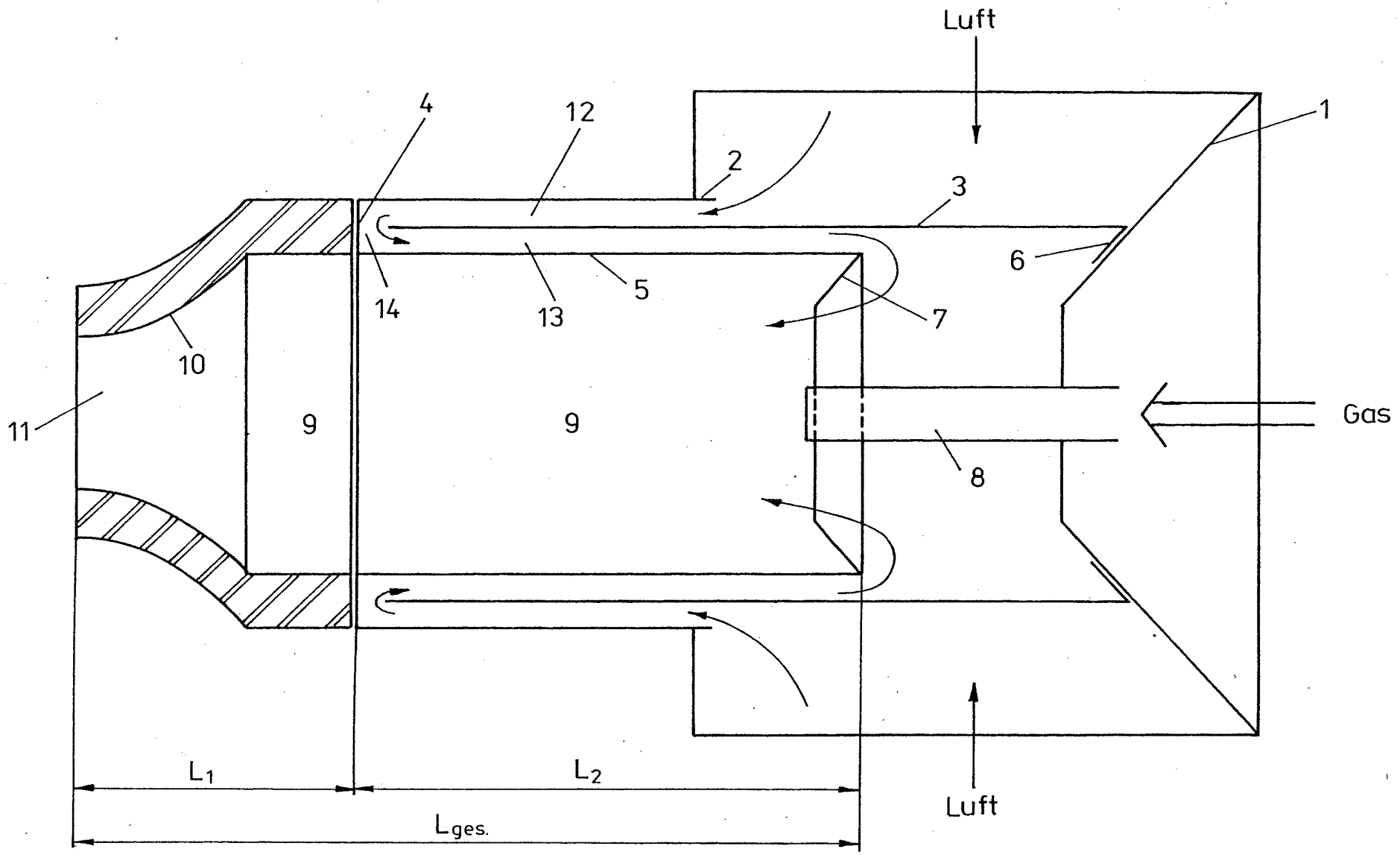


Fig. 1