

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift: **12.12.90**

⑤① Int. Cl.⁵: **F 23 C 3/00**

⑦① Anmeldenummer: **85113163.1**

⑦② Anmeldetag: **17.10.85**

⑤④ **Brennkammer.**

③⑩ Priorität: **20.10.84 DE 3438611**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.05.86 Patentblatt 86/19

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
12.12.90 Patentblatt 90/50

④④ Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
GB-A-1 327 490
GB-A-2 069 683
US-A-2 554 486
US-A-3 320 999

⑦③ Patentinhaber: **VNIIPROMGAZ Vsesojuzny Nauchno-Issledovatel'sky Institut ispolzovaniya gaza v narodnom khozyaistve, podzemnogo khraneniya nef'ti, nef'teproduktov i szhizhennykh gazov ulitsa B. Serpukhovskaya, 10**

Moskau (SU)

⑦④ Patentinhaber: **Ruhrgas Aktiengesellschaft Huttropstrasse 60 Postfach 10 32 52 D-4300 Essen 1 (DE)**

⑦⑤ Erfinder: **Zvyagintsev, Kirill Nikolaevich ulitsa Dolgoprudnaya, 13a, kv. 57 Moscow (SU)**

Erfinder: **Novikov, Leonid Markovich ulitsa Pervomaiskaya, 60 korpus 1, kv. 71 Moscow (SU)**

Erfinder: **Sinitsyn, Evgeny Alexandrovich M. Srednekupavinsky proezd, 4 korpus 1, kv. 92 Moscow (SU)**

Erfinder: **Falin, Alexei Alexandrovich Odintsovsky raion poselok Lesnoi gorodok ulitsa Fasadnaya, 5a, kv.68**

Moskovskaya oblast (SU)

Erfinder: **Schepnova, Elena Sergeevna Zeleny prospekt, 60/35, kv. 60 Moscow (SU)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 180 098 B1

**(74) Vertreter: Hosbach, Hans Ulrich
c/o Ruhrgas AG Huttropstrasse 60
D-4300 Essen 1 (DE)**

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennkammer, insbesondere für den Einsatz in Verbindung mit Hochgeschwindigkeitsbrennern.

Derartige Brennkammern finden hauptsächlich bei Wärmebehandlungs-, Erwärmungs- und Glühöfen in der Maschinenbauindustrie sowie in der Eisen- und Metallindustrie Verwendung.

Die vor allem bei Hochgeschwindigkeitsbrennern verwendeten keramischen Brennkammern haben aufgrund der hohen Betriebstemperaturen und des insbesondere bei impulsgesteuerten Brennern starken Wärmeaustausches nur eine begrenzte Lebensdauer und müssen daher entsprechend häufig ausgewechselt werden. Ein Auswechseln der Brennkammer bedingt lange Stillstandzeiten und hohe Reparaturkosten.

Es ist bekannt, zur Senkung der Material- und Reparaturkosten die Brennkammer mit einem als Hohlkörper ausgebildeten Düsen Einsatzstück zu versehen, das im Brennergehäuse befestigt ist und die Düsenöffnung umschließt. Das Einsatzstück besteht vorzugsweise aus einem wärmebeständigeren Werkstoff als die übrigen Teile der Brennkammer.

Eine aus der US—PS—3 320 999 bekannte Brennkammer besteht aus einem Gehäuse und einem hohlen Einsatzstück aus Keramikmaterial, die in einem Metallgehäuse angeordnet sind. Das hohle Einsatzstück ist zusammen mit dem Brennkammergehäuse fest im Brennergehäuse installiert. Zum Austausch des Einsatzstücks muß der gesamte Brenner mit der Brennkammer aus der Anlage ausgebaut werden. Dies führt zu langen Stillstandzeiten und dementsprechend hohen Reparaturkosten. Aufgrund des festen Einbaus der keramischen Brennkammer im Metallgehäuse besteht die Gefahr, daß die Brennkammer bei hohen Temperaturen infolge Wärmeausdehnung der Kammer mechanisch überlastet wird und bricht.

Aus der GB—PS—2 069 683 ist eine Brennkammer mit einem Gehäuse aus feuerfestem Stein mit einem axialen Tunnel bekannt, der sich zum Eintritt hin verjüngt und im Mittelabschnitt erweitert ist. Am austrittsseitigen Ende ist ein Einsatzstück eingebaut, das eine sich verjüngende Austrittsdüse bildet. Das Einsatzstück ist mit der Tunnelachse ausgerichtet und mit dem Tunnelgehäuse durch feuerfestes Material verbunden. Beim Betrieb dieser bekannten Brennkammer kann sich unter Einwirkung hoher Temperaturen und infolge Wärmeaustauschs die Verbindung zwischen dem Einsatzstück und dem Gehäuse lösen. Dies hat zur Folge, daß das Einsatzstück bei Überdruck in der Brennkammer und/oder aufgrund von Vibrationen der Anlage aus seiner Einsatzposition im Anschluß an den Tunnel ausgeschoben wird und herausfällt. Dieser Mangel wurde wiederholt bei Brennern beobachtet, deren Brennkammern mit der Gehäuseachse symmetrisch ausgerichtete Einsatzstücke besitzen. Die Gefahr des Auswurfs des Einsatzstücks wird bei impulsgesteuertem Betrieb des

Brenners (impulsweises Ein- und Ausschalten des Brenners) erhöht. Der Auswurf des Einsatzstückes aus dem Tunnel der Brennkammer führt nicht nur langen Stillstandzeiten des Ofen und zu hohen Reparaturkosten der Brennkammer, sondern auch zu Unterbrechungen der Wärmebehandlung des Glühgutes mit den entsprechenden Folgeschäden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Brennkammer mit einem Einsatzstück derart auszustatten, daß das Einsatzstück im Brennkammergehäuse zuverlässig festgelegt ist und trotzdem rasch und kostengünstig ausgewechselt werden kann.

Ausgehend von einer Brennkammer mit einem einen axialen Tunnel begrenzenden Gehäuse und einem im Gehäuse gehaltenen, als Hohlkörper ausgebildeten Einsatzstück, das eine an den Tunnel anschließende, zur Gehäuseachse koaxiale Düsenöffnung umschließt und durch zur Gehäuseachse senkrechte Stirnflächen begrenzt ist, ist erfindungsgemäß zur Lösung dieser Aufgabe vorgesehen, daß das Einsatzstück auf einer Längsachse ausgerichtet ist, die schräg zu den beiden Stirnflächen und unter einem spitzen Winkel zur Gehäuseachse geneigt verläuft.

Die erfindungsgemäß Ausbildung der Brennkammer gewährleistet eine sichere Verankerung des Einsatzstückes im Gehäuse. Das Einsatzstück wird einerseits durch Schwerkraft und andererseits durch betriebliche Kippmomente in der Sitzfläche im Gehäuse verkeilt gehalten. Für die Befestigung des Einsatzstücks im Gehäuse ist die Verwendung eines feuerbeständigen Fixiermittels nicht unbedingt erforderlich. Daher läßt sich das Einsatzstück bei der erfindungsgemäßen Brennkammer besonders leicht austauschen. Im Ergebnis erreicht die Erfindung eine längere Betriebszeit der Brennkammer eine Verringerung der Betriebskosten und eine Erhöhung der Leistung der Anlage aufgrund kürzerer Stillstandzeiten bei Reparatur oder Austausch der Brennkammer.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Einsatzstück im Gehäuse so angeordnet ist, daß seine Längsachse die Gehäuseachse an einem Punkt schneidet, der entgegen der Strömungsrichtung der Verbrennungsprodukte von der inneren Stirnseite des Einsatzstücks beabstandet ist. Dies führt zu einer Erhöhung des Kippmomentes, durch das das Einsatzstück in seiner Sitzfläche im Gehäuse gehalten wird. Selbst bei geringen Neigungswinkeln der Achse des Einsatzstückes in Bezug auf die Gehäuseachse ist das Kippmoment ausreichend, um das Einsatzstück zuverlässig im Brennergehäuse festzulegen. Dadurch können auch die Abmessungen und der Materialeinsatz der Brennkammer verringert werden.

Vorzugsweise ist das Einsatzstück im Gehäuse so angeordnet, daß seine Achse zur Achse des Gehäuses unter einem spitzen Winkel zwischen 3 und 30° verläuft. Innerhalb dieses Winkelbereichs ist eine sichere Befestigung des Einsatzstückes im Gehäuse bei vertretbaren Gehäuseabmessungen gewährleistet.

Der Schnittpunkt der Achse des Einsatzstückes und des Gehäuses sollte gegenüber der inneren Stirnfläche vorzugsweise um ein Maß verschoben sein, dessen Verhältnis zum maximalen Durchmesser der inneren Stirnfläche des Einsatzstückes im Bereich von 1,9 bis 0,17 liegt. Auch hierdurch wird eine bessere Verankerung des Einsatzstückes durch ein günstiges Verhältnis zwischen den Abmessungen des Einsatzstückes und denen des Gehäuses der Brennkammer erreicht.

Das Einsatzstück kann aber auch im Gehäuse so angeordnet sein, daß der Schnittpunkt seiner Achse mit der des Gehäuses in der Ebene der inneren Stirnfläche des Einsatzstückes liegt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine Brennkammer gemäß der Erfindung;

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II—II in Fig. 1;

Fig. 3 einen Schnitt entlang der Linie III—III in Fig. 1;

Fig. 4 einen Längsschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines Einsatzstückes; und

Fig. 5 einen Längsschnitt durch ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel eines Einsatzstückes mit Darstellung der auf das Einsatzstück im Betrieb einwirkenden Drücke und Kräfte.

In Figur 1 ist im Längsschnitt die Brennkammer 1 mit einem Gehäuse 2 dargestellt in welchem ein axialer Tunnel 3 verläuft. In einem stirnseitigen Endabschnitt des Gehäuses 2 sitzt ein als Hohlkörper ausgebildetes Einsatzstück 4 mit einer Düsenöffnung 5, die koaxial zur Längsachse 11 des Gehäuses 2 angeordnet ist. Das Einsatzstück 4 hat eine im wesentlichen zylindrische Mantelfläche (Schnitt III—III gemäß Figur 3), deren Zylinderachse 14 unter einem spitzen Winkel gegen die Gehäuseachse 11 geneigt ist. Eine innere Stirnfläche 6 sowie eine äußere Stirnfläche 7 des Einsatzstückes 4 liegen in senkrecht zur Gehäuseachse 11 verlaufenden Ebenen; die Stirnflächen 6 und 7 haben daher eine elliptische Form (Schnitt II—II gemäß Figur 2) und verlaufen schräg zur Längsachse des Einsatzstückes. In der Darstellung gemäß Figur 1 ist das Einsatzstück 4 im Gehäuse 2 so eingebaut, daß seine Achse 14 die Gehäuseachse 11 etwa in der Ebene der (stromaufwärts der Verbrennungsprodukte gelegenen) inneren Stirnfläche 6 des Einsatzstückes unter einem spitzen Winkel α schneidet.

In einer in Figur 4 dargestellten abgewandelten Ausführungsform ist die Achse 14 des Einsatzstückes 4 um ein Maß "e" nach oben verschoben, wobei der Schnittpunkt der Achse 14 des Einsatzstückes 4 mit der Achse 11 des Gehäuses 2 entgegen der Stromrichtung der Verbrennungsprodukte gegenüber der Stirnfläche 6 verschoben ist. Wie aus Figur 4 erkennbar ist, wird dadurch die Materialmasse des Einsatzstückes oberhalb der zur Gehäuseachse 11 koaxialen Düsenöffnung 5 wesentlich größer als die Materialmasse unterhalb der Düsenöffnung 5.

Beim Betrieb des Brenners entsteht im Innenraum der Brennkammer ein Überdruck. Wenn die Haftverbindung zwischen dem Gehäuse 2 (Figur 1) und dem Einsatzstück 4 fehlt oder fortfällt, so wirken auf das Einsatzstück die in Figur 5 dargestellten Drücke und Kräfte. P_1 bezeichnet den Druck in der Brennkammer und P_2 den Druck in der Anlage. Wegen der asymmetrischen Form des Einsatzstückes 4 ruft die auf das Einsatzstück einwirkende Druckfront ein Kippmoment $M = P \cdot a$ hervor; hierbei bedeuten P eine gleichwirkende Druckkraft und a den Kraftarm der Kraft P . Außerdem wirkt in Richtung der Längsachse 11 der Brennkammer 1 eine Axialkraft P_3 auf das Einsatzstück 4. Diese Kraft kann in die entlang der geneigten Achse 14 des Einsatzstückes 4 wirkende Kraftkomponente P_4 und in die dazu rechtwinklig gerichtete Kraftkomponente P_5 aufgeteilt werden, wiewohl letztere das Einsatzstück 4 gegen das Gehäuse 2 drückt.

Das Kippmoment M drückt das Einsatzstück 4 gegen die komplementäre Sitzfläche im Gehäuse 2 und ist im Uhrzeigersinn wirksam. Außerdem wirkt einem Herausrutschen des Einsatzstückes 4 aus dem Gehäuse 2 die Kraftkomponente P_5 entgegen. Bei einem Herausrutschen aus der Gehäusesitzfläche müßte das Einsatzstück 4 eine Aufwärtsbewegung ausführen, so daß zusätzlich zur Reibkraft noch die Schwerkraft zu überwinden wäre.

Der maximale Neigungswinkel α_{\max} des Einsatzstückes 4 zur Brennkammerachse 11 kann geometrisch durch den Schnittpunkt der unteren Mantellinie des Einsatzstückes 4 mit dessen äußeren Stirnfläche 7 im Punkt C (Figur 1) bestimmt werden. Bei den praktisch zulässigen Verhältnissen $D/d_1 = 1,4$ bis $1,5$; $d_2/d_1 = 0,45$ bis $0,55$; und $1/d_2 = 1,2$ bis $1,3$ beträgt der maximale Neigungswinkel $\alpha_{\max} = 27$ bis 30° . Hierbei bedeuten:

D = große Achse der elliptischen Stirnfläche des Einsatzstückes 4

d_1 = Durchmesser des Tunnels 3

d_2 = Austrittsdurchmesser der Düsenöffnung 5

l = Länge des Einsatzstückes 4

Bei der Wahl des Neigungswinkels α der Achse 14 des Einsatzstückes 4 zur Achse 11 der Brennkammer 1 muß folgendes berücksichtigt werden: Je kleiner der Winkel α ist, um so kleiner sind auch das Kippmoment M und die Hubbewegung des Einsatzstückes 4 beim Verschieben. Dementsprechend geringer ist der Halt des Einsatzstückes in der Sitzöffnung des Gehäuses 2. Ist dagegen der Winkel α größer, so ist auch der Halt des Einsatzstückes 4 in der Sitzöffnung größer. Jedoch muß in diesem Falle die Materialstärke des Gehäuses 2 zur Einhaltung der zulässigen Maße L_1 und L_2 vergrößert werden, damit das Gehäuse 2 an den dünnsten Stellen nicht aufreißen kann. Bei einer Vergrößerung des Neigungswinkels steigt auch die Beanspruchung im spitzwinkligen Übergangsbereich B des Gehäuses 2. Darüberhinaus treten auch Schwierigkeiten bei der Formgebung des Einsatzstückes 4 auf, wenn der Winkel α vergrößert wird. Untersuchungen haben gezeigt, daß ein ausreichend günstiger Effekt bei einem

Winkel $\alpha \approx 3^\circ$ gewährleistet ist. Eine optimale Wirkung wird in einem Winkelbereich von α zwischen 5 und 15° erreicht.

Wie aus Figur 4 ersichtlich ist, kann die Achse 14 des Einsatzstücks 4 zur Tunnelachse 11 um die Größe $e/D \leq (1-d_1/D)$: 2 verschoben werden. Dabei bedeutet e = Verschiebung der Achse des Einsatzstücks 4 nach oben. Jedoch wird bei einem extremen Wert von e/D die Stärke der Wandung des Einsatzstücks 4 im unteren Teil fast Null. Deshalb ist dieser Wert als Grenzwert zu betrachten. In der Praxis beträgt beim Verhältnis $D/d_1 \leq 1,4$ bis $1,5$ der Grenzwert für die Verschiebung $e/d = 0,15$. Um jedoch die zulässige Minimalstärke von 20 bis 25 mm der Wandung des unteren Teils des Einsatzstücks 4 einhalten zu können, muß das Verhältnis $e/D \leq 0,1$ sein. Einem Neigungswinkel $\alpha = 3$ bis 30° streckt die Verschiebung b gegen den Strom der Verbrennungsprodukte zur längeren Achse D des Einsatzstücks 4: $b/D = 1/D$. $\cotg \alpha = 1,9$ bis $0,17$. Das optimale Ergebnis läßt sich durch eine Längsverschiebung b unter einem Neigungswinkel $\alpha = 5$ bis 15° und $b/D = 1,14$ bis $0,37$ erreichen.

Aufgrund der asymmetrischen Form des Einsatzstücks 4 entsteht durch Verschiebung der Einsatzstückachse 14 nach oben ein zusätzliches Kippmoment, welches bei Betrieb des Brenners das Einsatzstück in der Sitzöffnung des Gehäuses festlegt. Wenn man deshalb die Achse 14 des Einsatzstücks gleichzeitig kippt und verschiebt, kann man bei kleineren Kipp- und Verschiebungswinkeln das der obigen Beschreibung entsprechende Ergebnis erzielen.

Wie in den Figur 2 und 3 dargestellt ist, sind das Einsatzstück 4 und die komplementäre Sitzfläche im Gehäuse 2 an einer Seite abgeflacht, um ein Drehen des Einsatzstücks 4 um dessen Achse 14 zu verhindern.

Patentansprüche

1. Brennkammer, insbesondere für den Einsatz in Verbindung mit Hochgeschwindigkeitsbrennern, mit einem einen axialen Tunnel begrenzenden Gehäuse und einem im Gebäude gehaltenen, als Hohlkörper mit im wesentlichen zylindrischer Mantelfläche ausgebildeten Einsatzstück, das eine an den Tunnel anschließende, zur Gehäuseachse koaxiale Düsenöffnung umschließt und durch zur Gehäuseachse senkrechte Stirnflächen begrenzt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Einsatzstück (4) auf einer Längsachse (14) ausgerichtet ist, die schräg zu den beiden Stirnflächen (6, 7) und unter einem spitzen Winkel (α) zur Gehäuseachse (11) geneigt verläuft.

2. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Einsatzstück (4) im Gehäuse (2) so angeordnet ist, daß seine Längsachse (14) die Gehäuseachse (11) an einem Punkt schneidet, der entgegen der Strömungsrichtung der Verbrennungsprodukte mit Abstand von der Ebene der inneren Stirnfläche (6) angeordnet ist.

3. Brennkammer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schnittpunkt der Achsen

(14, 11) des Einsatzstücks (4) und des Gehäuses (2) gegenüber der inneren Stirnfläche (6) um ein Maß (b) verschoben ist, dessen Verhältnis zum maximalen Durchmesser (D) der inneren Stirnfläche (6) des Einsatzstücks (4) im Bereich von $1,9$ bis $0,17$ liegt.

4. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Einsatzstück (4) im Gehäuse (2) so angeordnet ist, daß der Schnittpunkt seiner Achse (14) mit der Achse (11) des Gehäuses (2) in der Ebene der inneren Stirnfläche (6) des Einsatzstücks (4) liegt.

5. Brennkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Einsatzstück (4) im Gehäuse (2) so angeordnet ist, daß seine Achse (14) zur Achse (11) des Gehäuses (2) unter einem spitzen Winkel (α) zwischen 3 und 30° verläuft.

Revendications

1. Chambre de combustion, particulièrement pour brûleurs à impulsion, avec un carter entourant un tunnel axial et une garniture fixée dans le carter, conçue comme corps creux avec une enveloppe en principe cylindrique, enfermant l'ouverture d'une tuyère coaxiale par rapport à l'axe du carter en prolongation du tunnel et limitée par des surfaces perpendiculaires sur l'axe du carter, caractérisée par le fait que la garniture (4) est disposée sur un axe longitudinal (14) incliné par rapport aux surfaces (6, 7) sous un angle aigu (α) par rapport à l'axe du carter (11).

2. Chambre de combustion selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la garniture (4) dans le carter (2) est disposée de la manière que son axe longitudinal (14) coupe l'axe du carter (11) dans un point qui se trouve à une certaine distance du plan de la surface intérieure (6) en direction opposée à l'écoulement des produits de combustion.

3. Chambre de combustion selon la revendication 2, caractérisée par le fait que le point de coupure des axes (14, 11) de la garniture (4) et du carter (2) est déplacé par rapport à la surface intérieure (6) d'une distance (b) dont le rapport avec le diamètre maximal (D) de la surface (6) de la garniture (4) se trouve dans une plage allant de $1,9$ à $0,17$.

4. Chambre de combustion selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la garniture (4) est disposée dans le carter (2) de la manière que le point d'intersection de son axe (14) avec l'axe (11) du carter (2) se trouve sur le même plan que la surface intérieure (6) de la garniture (4).

5. Chambre de combustion selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée par le fait que la garniture (4) est disposée dans le carter (2) de la manière que son axe (14) est incliné par rapport à l'axe (11) du carter (2) sous un angle aigu (α) entre 3 et 30° .

Claims

1. A combustion chamber, particularly for use

with high-velocity burners comprising a body bounding an axial tunnel and an insert held by said body, of the type of a hollow body with a substantially cylindrical surface, said insert surrounding a nozzle port coaxial with the body centerline adjoining said tunnel and being limited by faces intersecting said body centerline at right angles characterized in that said insert (4) is centered on a longitudinal axis (14) which is inclined with respect to said two faces (6, 7) and intersects said body centerline (11) at an acute angle (α).

2. A combustion chamber according to claim 1 characterized in that said insert (4) is arranged inside said body (2) so that its longitudinal axis (14) intersects said body centerline (11) at a point spaced relative to the plane of the inner face (6) in the direction opposite to the direction of combustion product flow.

3. A combustion chamber according to claim 2 characterized in that the point of intersection of said axis (14) of said insert (4) and said centerline (11) of said body (2) is displaced with respect to said inner face (6) by a distance (b), the ratio of said distance (b) and the maximum diameter (D) of said inner face (6) of said insert (4) being in the range between 1.9 and 0.17.

4. A combustion chamber according to claim 1 characterized in that said insert (4) is arranged inside said body (2) so that the point of intersection of its axis (14) and the centerline (11) of said body (2) is situated in the plane of said inner face (6) of said insert (4).

5. A combustion chamber according to any one of claims 1 through 4 characterized in that said insert (4) is arranged inside said body (2) so that its axis (14) and the centerline (11) of said body (2) enclose an acute angle (α) between 3° and 30° .

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

