

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 592 717 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.02.1998 Patentblatt 1998/09

(51) Int Cl.⁶: **F23D 17/00**, F23D 14/02,
F23D 11/40

(21) Anmeldenummer: **92117673.1**

(22) Anmeldetag: **16.10.1992**

(54) **Gasbetriebener Vormischbrenner**

Gas-operated premix burner

Brûleur opérant au gaz du type à prémélange

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI NL

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.04.1994 Patentblatt 1994/16

(73) Patentinhaber: **ASEA BROWN BOVERI AG**
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Aigner, Manfred, Dr.**
CH-5430 Wettingen (CH)
• **Mc Millan, Robin**
CH-5415 Nussbaumen (CH)

• **Schiessel, Pirmin**
CH-5424 Unterehrendingen (CH)

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht(TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 210 462 **EP-A- 0 321 809**
EP-A- 0 503 319 **WO-A-90/02907**
US-A- 4 100 733

EP 0 592 717 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen gasbetriebenen Vormischbrenner für die Brennkammer beispielsweise einer Gasturbine, bei welchem innerhalb eines Vormischraumes der über eine Mehrzahl von Düsen eingespritzte Brennstoff vorgängig der Zündung mit der Brennluft intensiv vermischt wird, wobei die Düsen um eine Brennerachse herum angeordnet sind.

Stand der Technik

Es sind Brennkammern für Gasturbinen auf der Basis von Vormischbrennern bekannt, beispielsweise aus der EP-B1-29 619. Darin läuft innerhalb einer Anzahl rohrförmiger Elemente zwischen dem eingespritztem Brennstoff und der Verdichterluft ein Vormisch/Vorverdampfungsprozess bei grosser Luftüberschusszahl ab, bevor der eigentliche Verbrennungsprozess stromabwärts eines Flammenhalters stattfindet. Mit dieser Massnahme können die Emissionswerte an Schadstoffen aus der Verbrennung erheblich reduziert werden.

Die Verbrennung mit der grösstmöglichen Luftüberschusszahl, - einmal dadurch gegeben, dass die Flamme überhaupt noch brennt und im weiteren dadurch, dass nicht zuviel CO entsteht - vermindert indessen nicht nur die Schadstoffmenge an NO_x , sondern bewirkt darüberhinaus auch die Tiefhaltung anderer Schadstoffe, nämlich wie bereits erwähnt von CO und von unverbrannten Kohlenwasserstoffen. Dies erlaubt die Wahl einer grösseren Luftüberschusszahl, wobei dann zwar zunächst grössere Mengen CO entstehen, diese aber zu CO_2 weiter reagieren können, so dass schliesslich die CO-Emissionen gering bleiben. Andererseits aber bildet sich wegen des grossen Luftüberschusses nur wenig zusätzliches NO. Da mehrere rohrförmige Elemente bei dieser bekannten Brennkammer das Vormischen übernehmen, werden bei der Lastregelung jeweils nur so viele Elemente mit Brennstoff betrieben, dass sich für die jeweilige Betriebsphase (Start, Teillast, Vollast) die optimale Luftüberschusszahl ergibt.

Andere Typen von Vormischbrennern, bei denen auf Flammenhalter verzichtet werden kann, sind in Form der Doppelkegelbrenner nach EP-B1-0 321 809 bekannt.

Alle Brennkammern mit Vormischbrennern weisen jedoch die Unzulänglichkeit auf, dass zumindest in den Betriebszuständen, in denen nur ein Teil der Brenner mit Brennstoff betrieben wird, oder bei denen die einzelnen Brenner mit einer verringerten Brennstoffmenge beaufschlagt werden, nahe an die Grenze der Flammenstabilität gestossen wird. In der Tat wird die Löschgrenze aufgrund des sehr mageren Gemisches und der sich daraus ergebenden niedrigen Flammentemperatur bei typischen Gasturbinenbedingungen schon bei einer Luftüberschusszahl von etwa 2,0 erreicht.

Diese Tatsache führt zu einer relativ komplizierten Fahrweise der Brennkammer mit entsprechend aufwendiger Regelung. Eine andere Möglichkeit, den Betriebsbereich von Vormischbrennern zu erweitern, wird in der Stützung des Brenners mittels einer kleinen Diffusionsflamme gesehen. Diese Pilotflamme erhält ihren Brennstoff rein, oder zumindest schlecht vorgemischt, was einerseits zwar zu einer stabilen Flamme führt, andererseits jedoch die für Diffusionsverbrennung typischen hohen NO_x -Emissionen zur Folge hat.

Bei der zum Stand der Technik zählenden Brennkammer nach US-A-4,100,733 sind eine Mehrzahl von radial gestaffelten Vormischbrennern erkennbar, welche im wesentlichen jeweils aus dem radial äusseren System (Brennstoffkammer 28, Düse 42, Mischraum 40) und dem radial inneren System (Brennstoffkammer 30, Düse 46, Mischraum 44) bestehen. Der Mischraum (40,44) dieser Vormischbrenner wird nicht aus zwei unterschiedlichen Brennstoffsystemen angespeist, wodurch eine Variation des Brennstoffprofils am Brenneraustritt nicht möglich ist. Darüberhinaus werden diese bekannten Vormischbrenner unabhängig voneinander betrieben und zwar so, dass bei allen Betriebsbedingungen das radial äussere System immer mit einem hinreichend fetten Gemisch betrieben wird. Dies gilt auch für das Anfahren und den Teillastbetrieb. Eine gezielte Beeinflussung des Brennstoffprofils am Austritt des Brenners findet demnach bei der Brennkammer nach US-A-4,100,733 nicht statt. Vielmehr kann dort nur die Brennstoffkonzentration über dem Eintrittsquerschnitt der Brennkammer beeinflusst werden durch entsprechende Fahrweise aller Brenner.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht all diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine Massnahme zu schaffen, mittels der die Brennkammer möglichst nahe an der mageren Löschgrenze betrieben werden kann, d.h. in jenem Bereich, in dem praktisch kein NO_x entsteht.

Erfindungsgemäss wird dies bei einem Vormischbrenner der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 erreicht.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem in der reinen Stützung der Brennkammer in kritischen Phasen zu sehen, beispielsweise bei vorübergehendem Auftreten von Schwingungen, bei denen das Löschlimit für Vormischverbrennung mit gleichmässigem Brennstoffprofil zeitweilig überschritten werden kann. Durch die Anreicherung des Brennstoffprofils im Bereich der Brennerachse und die dadurch geschaffenen Zonen mit unterschiedlicher Luftüberschusszahl kann die erzeugte Flamme wesentlich stabiler gehalten werden.

Dadurch, dass die Brenner bei sehr magerem Gemisch betriebsfähig bleiben, kann die Regelung insofern vereinfacht werden, dass nunmehr beim Belasten und Entlasten der Brennkammer Luftzahlbereiche

durchquert werden können, die mit der bisherigen Vormischverbrennung mit gleichmässigem Brennstoffprofil wegen deren magerer Löschgrenze in der Regel nicht durchfahren werden könnten.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand eines Vormischbrenners der Doppelkegelbauart schematisch dargestellt.

Es zeigen:

Fig.1 einen Längsschnitt durch einen Vormischbrenner;

Fig.2 einen Querschnitt durch den Vormischbrenner;

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt sind beispielsweise die Zu- und Anordnung des Brenners in der Brennkammer, die Brennstoffbereitstellung, die Regelinrichtungen und dergleichen. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Beim schematisch dargestellten Vormischbrenner handelt es sich um einen sogenannten Doppelkegelbrenner, wie er beispielsweise aus der EP-B1-0 321 809 bekannt ist. Solche Brenner können beispielsweise im domförmigen Abschluss einer Einzelbrennkammer oder in einer Ringbrennkammer angeordnet sein.

Im wesentlichen besteht der Brenner aus zwei hohlen, kegelförmigen Teilkörpern 11, 12 die in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelt sind. Dabei sind die jeweiligen Mittelachsen 13, 14 der beiden Teilkörper gegeneinander versetzt. Die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper bilden in deren Längserstreckung tangentiale Schlitze 15 für die Verbrennungsluft, die auf diese Weise in den Vormischraum 21 im Brennerinneren gelangt.

Der Brenner wird im Beispielsfall mit gasförmigem Brennstoff betrieben. Hierzu sind im Bereich der tangentialen Schlitze in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinströmöffnungen 17 in Form von Düsen vorgesehen. Diese Düsen werden pro Teilkegel aus je einer Sammelleitung 18 versorgt, welche ihrerseits von der Gaszuleitung 19 angespeist wird. Die Brennstoffregelung erfolgt über das Regelventil 20. In einem solchen Gasbetrieb beginnt die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft somit bereits in der Zone der Eintrittsschlitze 15.

Am Brenneraustritt 22 stellt sich eine möglichst homogene Brennstoffkonzentration über dem beaufschlagten kreisringförmigen Querschnitt ein. Es entsteht am Brenneraustritt eine definierte kalottenförmige Rückströmzone, an deren Spitze die Zündung erfolgt.

Mit einer solchen Vormischverbrennung sind die verlangten NO_x -Grenzwerte ohne weiteres zu unter-

schreiten. Jedoch ist die Stabilitätsgrenze wegen der tiefen Flammentemperatur niedrig. Der Bereich zwischen Zündvermögen und Löschen ist relativ schmal zum sicheren Betrieb der Brennkammer über den vollen Lastbereich.

Gemäss der Erfindung ist nunmehr vorgesehen, die möglichst homogene Brennstoffkonzentration gezielt zu stören und zwar in der Weise, dass im Bereich der Brennerachse 10 in der Austrittsebene 22 des Brenners eine höhere Brennstoffkonzentration vorliegt, welche eine stabile Flamme gewährleistet.

Hierzu sind zusätzliche Brennstoffdüsen 23 im Bereich der Kegelspitze angeordnet, an einer Stelle demnach, an welcher relativ wenig Verbrennungsluft in den Vormischraum einströmt. Sie sind über eine getrennte Brennstoffleitung 24 mit Gas versorgt. Zur Feineinstellung der Gasmenge ist in der Leitung 24 ein Regelventil 25 angeordnet.

Die zusätzlich eingedüste Gasmenge bewirkt eine vorgemischte Anfettung auf der Achse 10 des Brenners. Am Brenneraustritt entsteht somit eine ungleichmässige Brennstoffverteilung über dem beaufschlagten Querschnitt und damit Zonen mit unterschiedlicher Luftüberschusszahl. Die im Bereich der Brennerachse so erzeugte weitgehend unabhängige Kernflamme ist wesentlich stabiler als die sie umgebende, mit der gleichmässig verteilten Brennstoffkonzentration erzeugten Hauptflamme. Zwar ist nicht zu vermeiden, dass abhängig von der vorherrschenden Luftüberschusszahl in diesem Bereich etwas mehr NO_x produziert wird, jedoch ist dieser NO_x -Anfall immer noch tiefer als bei einem mit einer Diffusionsflamme pilotierten Brenner. Ausschlaggebend ist in jedem Fall die verbesserte Löschgrenze ohne entsprechenden NO_x -Anstieg.

Diese Stabilisierungshilfe in Form der ungleichmässig verteilten, jedoch vorgemischten Brennstoffverteilung kann in Betriebsbereichen, in denen sie nicht notwendig ist, durch einfaches Absperren des Regelventils 25 abgestellt werden.

Die neue Massnahme, welche im überwiegendem Betriebsbereich eine Fahrweise auf der Löschgrenze gewährleistet, führt demnach dazu, dass mit Sicherheit die heute erreichbaren NO_x -Werte von 20 ppm ganz erheblich unterschritten werden können.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das dargestellte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. In Abweichung zur gezeigten Anordnung mit Zusatzdüsen könnte das "verstimmte" Brennstoffprofil in der Brenneraustrittsebene auch durch ungleichmässige Teilung der Einspritzdüsen innerhalb des Brenners erreicht werden. Oder durch unterschiedliche Düsenquerschnitte bei gleichmässiger Teilung. Mit all diesen Massnahmen können die gewünschten "fetteren" Strahlen im Gemisch erzielt werden.

Grundsätzlich ist die Erfindung auch nicht beschränkt auf Vormischbrenner der Doppelkegelbauart, bei welchen die Gemisch-Anfettung in der Brennerachse erfolgt, sondern sie ist in allen Brennkammerzonen

anwendbar, in denen eine Flammenstabilisierung durch ein vorherrschendes Luftgeschwindigkeitsfeld erzeugt wird.

Der dargestellte Doppelkegelbrenner könnte überdies hinsichtlich einer gemischten Öl/Gas-Fahrweise in der Kegelspitze noch mit einer in der Brennerachse liegenden Brennstoffdüse für flüssigen Brennstoff ausgerüstet sein. Der Brennstoff kann hieraus in einem gewissen Winkel in den Hohlkegel eingedüst werden. Das entstehende kegelige Flüssigbrennstoffprofil wird von der tangential einströmenden Verbrennungsluft umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Brennstoffes fortlaufend infolge der Vermischung mit der Verbrennungsluft abgebaut.

Bezugszeichenliste

- 10 Brennerachse
- 11 Teilkörper
- 12 Teilkörper
- 13 Mittelachse von 11
- 14 Mittelachse von 12
- 15 tangentiale Schlitz
- 17 Gaseinströmöffnung
- 18 Sammelleitung
- 19 Gaszuleitung
- 20 Regelventil in 19
- 21 Vormischraum
- 22 Brenneraustritt
- 23 zusätzliche Brennstoffdüse
- 24 getrennte Brennstoffleitung
- 25 Regelventil in 24

Patentansprüche

1. Gasbetriebener Vormischbrenner für die Brennkammer beispielsweise einer Gasturbine, bei welchem innerhalb eines Vormischraumes (21) der über eine Mehrzahl von Düsen (17) eingespritzte Brennstoff vorgängig der Zündung mit der Brennluft intensiv vermischt wird, wobei die Düsen um eine Brennerachse (10) herum angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Vormischraumes (21) zusätzliche Brennstoffdüsen (23) im Bereich der Brennerachse (10) vorgesehen sind, welche über eine getrennte Brennstoffleitung (24) anspeisbar sind, so dass zur gezielten Beeinflussung des Brennstoffprofils am Austritt des Vormischbrenners die Brennstoffkonzentration im Bereich der Brennerachse grösser ist als die mittlere Brennstoffkonzentration in der Austrittsebene (22) des Vormischbrenners.
2. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die getrennte Brennstoffleitung (24) mit einem absperrbaren Regelventil (25) versehen ist.

3. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung eines Brenners der Doppelkegelbauart, welcher zwei hohle, kegelförmige und ineinandergeschachtelte Teilkörper (11,12) mit versetzten Mittelachsen (13,14) umfasst, die zusätzliche Brennstoffdüsen (23) im Bereich der Kegelspitze angeordnet sind.

Claims

1. Gas-operated premixing burner for the combustion chamber of, for example, a gas turbine in which, within a premixing space (21), the fuel injected by means of a plurality of nozzles (17) is intensively mixed with the combustion air prior to ignition, the nozzles being arranged around a burner axis (10), characterized in that within the premixing space (21) additional fuel nozzles (23) are provided in the region of the burner axis (10), which fuel nozzles can be supplied via a separate fuel conduit (24), with the result that, in order to influence the fuel profile at the outlet from the premixing burner in a specific manner, the fuel concentration in the region of the burner axis is greater than the average fuel concentration in the outlet plane (22) of the premixing burner.
2. Premixing burner according to Claim 1, characterized in that the separate fuel conduit (24) is provided with a control valve (25) which can be shut off.
3. Premixing burner according to Claim 1, characterized in that, when use is made of a burner of the double-cone type, which comprises two hollow, conical partial bodies (11, 12) which are interleaved and have offset central axes (13, 14), the additional fuel nozzles (23) are arranged in the region of the cone apex.

Revendications

1. Brûleur de pré-mélange fonctionnant au gaz pour la chambre de combustion par exemple d'une turbine à gaz, pour lequel on mélange vigoureusement, au sein d'un espace de pré-mélange (21), le combustible, injecté par l'intermédiaire d'une pluralité de buses (17), avant l'allumage avec l'air de combustion, les buses étant disposées tout autour d'un axe du brûleur (10), caractérisé en ce que, au sein de l'espace de pré-mélange (21), sont prévues des buses de combustible supplémentaires (23) dans le domaine de l'axe du brûleur (10), que l'on peut alimenter par l'intermédiaire d'une conduite de combustible séparée (24), de sorte qu'en vue d'une influence intentionnelle sur le profil du combustible à la sortie du brûleur de pré-mélange, la concentra-

tion de combustible dans le domaine de l'axe du brûleur soit plus grande que la concentration moyenne de combustible dans le plan de sortie (22) du brûleur de pré-mélange.

5

2. Brûleur de pré-mélange selon la revendication 1, caractérisé en ce que la conduite de combustible séparée (24) est pourvue d'une vanne de réglage (25) obturable.

10

3. Brûleur de pré mélange selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'en cas d'utilisation d'un brûleur du type de construction à double cône, qui englobe deux corps partiels (11, 12) creux, coniques et emboîtés l'un dans l'autre, ayant des axes médians décalés (13, 14), les buses de brûleur supplémentaires (23) sont disposées dans le domaine de la pointe du cône.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

