



19



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 687 831 A5

51 Int. Cl.⁶: F 23 C 007/00
F 02 C 007/04
F 23 R 003/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 01082/93

22 Anmeldungsdatum: 08.04.1993

24 Patent erteilt: 28.02.1997

45 Patentschrift
veröffentlicht: 28.02.1997

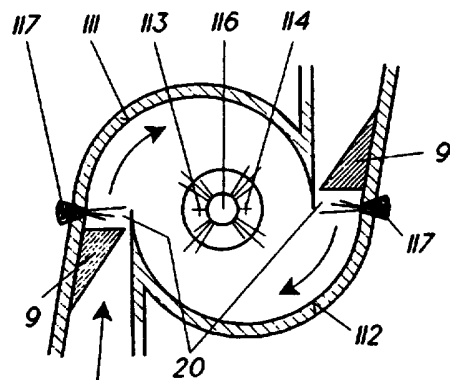
73 Inhaber:
ASEA BROWN BOVERI AG, Haselstrasse 16,
5401 Baden (CH)

72 Erfinder:
Döbbeling, Klaus, Dr., Nussbaumen b. Baden (CH)
Eroglu, Adnan, Untersiggenthal (CH)
Sattelmayer, Thomas, Dr., Mandach (CH)

54 Vormischbrenner.

57 Ein Vormischbrenner nach dem Doppelkegelprinzip besteht im wesentlichen aus zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (111, 112), deren jeweiligen Mittelachsen (113, 114) gegeneinander versetzt sind. Die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper bilden in deren Längserstreckung tangential Spalte (20) für die Verbrennungsluft. In den Wandungen der beiden Teilkörper sind in Längsrichtung verteilte Gaseinstromöffnungen (117) vorgesehen. Die Luft wird in den tangentialen Spalten (20) über Wirbel-Generatoren (9) geführt, von denen über dem Spalt mehrere nebeneinander angeordnet sind. Der Brennstoff wird im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren (9) in die Spalte (20) eingeleitet.

Mit dem neuen statischen Mischer, den die 3-dimensionalen Wirbel-Generatoren darstellen, können im durchströmten Eintrittsspalt Längswirbel ohne Rezirkulationsgebiet erzeugt werden. Es ist somit möglich, am Eintritt in den Brenner ausserordentlich kurze Mischstrecken bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erzielen.



Beschreibung

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft Vormischbrenner nach dem Doppelkegelprinzip mit im wesentlichen zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern, deren jeweiligen Mittelachsen gegeneinander versetzt sind, wobei die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper in deren Längserstreckung tangentiale Spalte für die Verbrennungsluft bilden, und wobei im Bereich der tangentialen Spalte in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinströmöffnungen vorgesehen sind.

Stand der Technik

Derartige Doppelkegelbrenner sind beispielsweise aus der EP-B1 0 321 809 bekannt und werden später zu Fig. 1 und 2 beschrieben. Der Brennstoff, dort Erdgas, wird in den Eintrittsspalten in die vom Verdichter heranströmende Verbrennungsluft über eine Reihe von Injektordüsen eingespritzt. Diese sind in der Regel über den ganzen Spalt gleichmässig verteilt.

Um eine verlässliche Zündung des Gemischs in der nachgeschalteten Brennkammer und einen genügenden Ausbrand zu erzielen, ist eine innige Mischung des Brennstoffs mit der Luft erforderlich. Eine gute Durchmischung trägt auch dazu bei, sogenannte «hot spots» in der Brennkammer zu vermeiden, die unter anderem zur Bildung des unerwünschten NO_x führen.

Die oben erwähnte Eindüsung des Brennstoffs über klassische Mittel wie beispielsweise Querstahlmischer ist schwierig, da der Brennstoff selbst einen ungenügenden Impuls aufweist, um die erforderliche gross-skalige Verteilung und die feinskalige Mischung zu erreichen.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, einen Doppelkegelbrenner der eingangs genannten Art mit einer Vorrichtung auszustatten, mit der im durchströmten Eintrittsspalt Längswirbel ohne Rezirkulationsgebiet erzeugt werden können.

Erfindungsgemäss wird dies dadurch erreicht, dass die Luft in den tangentialen Spalten über Wirbel-Generatoren geführt wird, von denen über der Breite oder dem Umfang des durchströmten Spaltes mehrere nebeneinander angeordnet sind, und deren Höhe mindestens 50% der Höhe des durchströmten Spaltes beträgt, und dass der Brennstoff im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren in die Spalte eingeleitet wird.

Mit dem neuen statischen Mischer, den die 3-dimensionalen Wirbel-Generatoren darstellen, ist es möglich, am Eintritt in den Brenner ausserordentlich kurze Mischstrecken bei gleichzeitig geringem Druckverlust zu erzielen. Bereits nach einer vollen Wirbelumdrehung ist eine grobe Durchmischung der beiden Ströme vollzogen, während eine Feinmischung infolge von turbulenter Strömung nach einer

Strecke vorliegt, die einigen wenigen Spalthöhen entspricht.

Diese Art der Mischung ist besonders geeignet, um den Brennstoff mit relativ geringem Vordruck unter grosser Verdünnung in die Verbrennungsluft einzumischen. Ein geringer Vordruck des Brennstoffes ist insbesondere bei der Verwendung von mittel- und niederkalorischen Brenngasen von Vorteil. Die zur Mischung erforderliche Energie wird dabei zu einem wesentlichen Teil aus der Strömungsenergie des Fluides mit dem höheren Volumenstrom, eben der Verbrennungsluft, entnommen.

Ein Wirbel-Generator zeichnet sich dadurch aus, – dass er drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche und die beiden andern die Seitenflächen bilden,

– dass die Seitenflächen mit einer gleichen Spaltwand bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel α einschliessen,

– dass die Dachfläche mit einer quer zum durchströmten Spalt verlaufenden Kante an der gleichen Spaltwand anliegt wie die Seitenwände,

– und dass die längsgerichteten Kanten der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungsspalt hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem Anstellwinkel θ zur Spaltwand verlaufen.

Der Vorteil eines solchen Elementes ist in seiner besonderen Einfachheit in jeder Hinsicht zu sehen. Fertigungstechnisch ist das aus drei umströmten Wänden bestehende Element völlig problemlos. Die Dachfläche kann mit den beiden Seitenflächen auf verschiedenste Arten zusammengefügt werden. Auch die Fixierung des Elementes an ebenen oder gekrümmten Spaltwänden kann im Falle von schweisssbaren Materialien durch einfache Schweissnähte erfolgen. Selbstverständlich können die Wirbel-Generatoren auch zusammen mit den begrenzenden Wandungen vergossen werden. Vom strömungstechnischen Standpunkt her weist das Element beim Umströmen einen sehr geringen Druckverlust auf und es erzeugt Wirbel ohne Totwassergebiet. Schliesslich kann das Element durch seinen in der Regel hohlen Innenraum auf die verschiedensten Arten und mit diversen Mitteln gekühlt werden.

Bei gleichmässiger Zuströmung der Verbrennungsluft in den Eintrittsspalten ist es angebracht, das Verhältnis Höhe h der Verbindungskante der beiden Seitenflächen zur Spalthöhe H so zu wählen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators die volle Spalthöhe oder die volle Höhe des dem Wirbel-Generators zugeordneten Spalteils ausfüllt.

Dadurch, dass über der Breite des durchströmten Eintrittsspals mehrere Wirbel-Generatoren ohne Zwischenräume nebeneinander angeordnet sind, wird bereits kurz hinter den Wirbel-Generatoren der ganze Spaltquerschnitt von den Wirbeln voll beaufschlagt.

Bei variierendem Geschwindigkeitsfeld in den Eintrittsspalten ist es sinnvoll, unterschiedliche Höhen für die nebeneinander angeordneten Wirbel-Generatoren vorzusehen, derart, dass der absolute

Druckverlust entlang der Eintrittsspalte konstant bleibt.

Es ist sinnvoll, wenn die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen symmetrisch um eine Symmetrieachse angeordnet sind. Damit werden drallgleiche Wirbel erzeugt.

Weitere Vorteile der Erfindung, insbesondere im Zusammenhang mit der Anordnung der Wirbel-Generatoren und der Einführung des Brennstoffs ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teillängsschnitt einer Brennkammer;
Fig. 2A einen Querschnitt durch einen Vormischbrenner im Bereich des Brenneraustritts;

Fig. 2B einen Querschnitt durch einen Vormischbrenner im Bereich der Kegelspitze;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung eines Wirbel-Generators;

Fig. 4 eine Ausführungsvariante des Wirbel-Generators;

Fig. 5 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators nach Fig. 3;

Fig. 6a-c die gruppenweise Anordnung von Wirbel-Generatoren in einem Eintrittsspalt im Längsschnitt, in einer Draufsicht und in einer Hinteransicht;

Fig. 7a-c eine Ausführungsvariante einer gruppenweisen Anordnung von Wirbel-Generatoren in gleicher Darstellung wie Fig. 3 mit einer Variante der Brennstoffführung;

Fig. 8 eine Vorderansicht eines Eintrittsspalt mit eingebauten Wirbel-Generatoren;

Fig. 9 eine Anordnungsvariante der Wirbel-Generatoren im Eintrittsspalt.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Die Strömungsrichtung der Arbeitsmittel ist mit Pfeilen bezeichnet. In den verschiedenen Figuren sind die gleichen Elemente jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Erfindungsunwesentliche Elemente wie Gehäuse, Befestigungen, Leitungsdurchführungen, die Brennstoffbereitstellung, die Reguliereinrichtungen und dergleichen sind fortgelassen.

Weg zur Ausführung der Erfindung

In Fig. 1 sind im domförmigen Abschluss einer Brennkammer in der Brennkammerwand 100 mehrere Vormischbrenner 101 angeordnet. Als Brennstoff gelangt vorzugsweise Gas zur Anwendung. Die Verbrennungsluft gelangt aus einem ringförmigen Lufteintritt 102 in das Gehäuseinnere 103 geleitet, von wo aus sie in Pfeilrichtung in die Brenner 101 einströmt.

Beim schematisch dargestellten Vormischbrenner 101 nach den Fig. 1 und 2 handelt es sich um einen sogenannten Doppelkegelbrenner, wie er beispielsweise aus der EP-B1 0 321 809 bekannt ist.

Im wesentlichen besteht er aus zwei hohlen, kegelförmigen Teilkörpern 111, 112, die in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelt sind. Dabei sind die jeweiligen Mittelachsen 113, 114 der beiden Teilkörper gegeneinander versetzt. Die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper bilden in deren Längserstreckung tangentiale Schlitz 20 für die Verbrennungsluft, die auf diese Weise in das Brennerinnere gelangt. Dort ist eine erste Brennstoffdüse 116 für flüssigen Brennstoff angeordnet. Der Brennstoff wird in einem spitzen Winkel in die Hohlkegel eingedüst. Das entstehende kegelige Brennstoffprofil wird von der tangential einströmenden Verbrennungsluft umschlossen. In axialer Richtung wird die Konzentration des Brennstoffes fortlaufend infolge der Vermischung mit der Verbrennungsluft abgebaut. Im Beispielsfall wird der Brenner ebenfalls mit gasförmigem Brennstoff betrieben. Hierzu sind im Bereich der tangentialen Schlitz 20 in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinströmöffnungen 117 vorgesehen. Im Gasbetrieb beginnt die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft somit bereits in der Zone der Eintrittsschlitz 20. Es versteht sich, dass auf diese Weise auch ein Mischbetrieb mit beiden Brennstoffarten möglich ist.

Am Brenneraustritt 118 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.

Soweit sind Doppelkegelbrenner aus der eingangs genannten EP-B1 0 321 809 bekannt. Bevor auf den Einbau der neuen Mischvorrichtung im Brenner eingegangen wird, wird zunächst der für die Wirkungsweise der Erfindung wesentliche Wirbel-Generator beschrieben.

In den Fig. 3-5 ist der eigentliche Eintrittsspalt, der von einer mit grossem Pfeil symbolisierten Hauptströmung durchströmt wird, nicht dargestellt. Gemäss diesen Figuren besteht ein Wirbel-Generator 9 im wesentlichen aus drei frei umströmten dreieckigen Flächen. Es sind dies eine Dachfläche 10 und zwei Seitenflächen 11 und 13. In ihrer Längserstreckung verlaufen diese Flächen unter bestimmten Winkeln in Strömungsrichtung.

In sämtlichen gezeigten Beispielen stehen die beiden Seitenflächen 11 und 13 senkrecht auf der Spaltwand 21, wobei angemerkt wird, dass dies nicht zwingend ist. Die Seitenwände, welche aus rechtwinkligen Dreiecken bestehen, sind mit ihren Längsseiten auf dieser Spaltwand 21 fixiert, vorzugsweise gasdicht. Sie sind so orientiert, dass sie an ihren Schmalseiten einen Stoss bilden unter Einschluss eines Pfeilwinkels α . Der Stoss ist als scharfe Verbindungskante 16 ausgeführt und steht ebenfalls senkrecht zu jener Spaltwand 21, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel α einschliessenden Seitenflächen 11, 13 sind symmetrisch in Form, Grösse und Orientierung und sind beidseitig einer Symmetrieachse 17 angeordnet (Fig 6b, 7b). Diese Symmetrieachse 17 ist gleichgerichtet wie die Spaltachse.

Die Dachfläche 10 liegt mit einer quer zum

durchströmten Eintrittsspalt verlaufenden und sehr spitz ausgebildeten Kante 15 an der gleichen Spaltwand 21 an wie die Seitenwände 11, 13. Ihre längsgerichteten Kanten 12, 14 sind bündig mit den in den Strömungsspalt hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen. Die Dachfläche verläuft unter einem Anstellwinkel θ zur Spaltwand 21. Ihre Längskanten 12, 14 bilden zusammen mit der Verbindungskante 16 eine Spitze 18.

Selbstverständlich kann der Wirbel-Generator auch mit einer Bodenfläche versehen sein, mit welcher er auf geeignete Art an der Spaltwand 21 befestigt ist. Eine derartige Bodenfläche steht indes in keinem Zusammenhang mit der Wirkungsweise des Elementes.

In Fig. 3 bildet die Verbindungskante 16 der beiden Seitenflächen 11, 13 die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators. Die quer zum durchströmten Eintrittsspalt verlaufende Kante 15 der Dachfläche 10 ist somit die von der Spaltströmung zuerst beaufschlagte Kante.

Die Wirkungsweise des Wirbel-Generators 9 ist folgende: Beim Umströmen der Kanten 12 und 14 wird die Hauptströmung in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt. Deren Wirbelachsen liegen in der Achse der Hauptströmung. Es liegt ein drallneutrales Strömungsbild vor, bei welchem der Drehsinn der beiden Wirbel im Bereich der Verbindungskante aufsteigend ist. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (vortex break down), sofern letzteres überhaupt gewünscht wird, werden bestimmt durch entsprechende Wahl des Anstellwinkels θ und des Pfeilwinkels α . Mit steigenden Winkeln wird die Wirbelstärke bzw. die Drallzahl erhöht und der Ort des Wirbelaufplatzens wandert stromaufwärts bis hin in den Bereich des Wirbel-Generators selbst. Je nach Anwendung sind diese beiden Winkel θ und α durch konstruktive Gegebenheiten und durch den Prozess selbst vorgegeben. Angepasst werden muss dann nur noch die die Höhe h der Verbindungskante 16 (Fig. 6a).

In den Fig. 6a und 6b, in welchen der durchströmte Eintrittsspalt mit 20 bezeichnet ist, ist erkennbar, dass der Wirbel-Generator unterschiedliche Höhen gegenüber der Spalthöhe H aufweisen kann. In der Regel wird man die Höhe h der Verbindungskante 16 so mit der Spalthöhe H abstimmen, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators bereits eine solche Grösse erreicht, dass die volle Spalthöhe H ausgefüllt wird. Ein weiteres Kriterium, welches Einfluss auf das zu wählende Verhältnis h/H nehmen kann, ist der Druckabfall, der beim Umströmen des Wirbel-Generators auftritt. Es versteht sich, dass mit grösserem Verhältnis h/H auch der Druckverlustbeiwert ansteigt.

In Fig. 4 ist ein sogenannter halber «Wirbel-Generator» 9a auf der Basis eines Wirbel-Generators 9 nach Fig. 3 gezeigt, bei welchen nur die eine der beiden Seitenflächen mit dem Pfeilwinkel $\alpha/2$ versehen ist. Die andere Seitenfläche ist gerade und in Strömungsrichtung ausgerichtet. Im Gegensatz zum symmetrischen Wirbel-Generator 9 wird hier nur ein Wirbel an der gepfeilten Seite erzeugt. Es liegt demnach stromabwärts des Wirbel-Generators 9a

kein wirbelneutrales Feld vor, sondern der Strömung wird ein Drall aufgezwungen sofern der Wirbel-Generator 9a in Alleinstellung ist.

Im Gegensatz zu Fig. 3 ist in Fig. 5 die scharfe Verbindungskante 16 des Wirbel-Generators 9 jene Stelle, die von der Spaltströmung zuerst beaufschlagt wird. Das Element ist um 180° gedreht. Wie aus der Darstellung erkennbar, haben die beiden gegenläufigen Wirbel ihren Drehsinn geändert.

In Fig. 6 ist gezeigt, wie über der Breite des durchströmten Eintrittsspalts 20 mehrere, hier 3 Wirbel-Generatoren 9 ohne Zwischenräume nebeneinander angeordnet sind. Der Eintrittsspalt 20 hat in diesem Fall Rechteckform, was jedoch erfindungsunwesentlich ist.

Eine Ausführungsvariante mit 2 vollen (9) und beidseitig daran angrenzenden 2 halben (9a) Wirbel-Generatoren ist in Fig. 7 gezeigt. Bei gleicher Spalthöhe H und gleichem Anstellwinkel θ der Dachfläche 10 wie in Fig. 6 unterscheiden sich die Elemente insbesondere durch ihre grössere Höhe h . Bei gleichbleibendem Anstellwinkel führt dies zwangsläufig zu einer grösseren Länge L des Elementes und demzufolge auch – wegen der gleichen Teilung – zu einem kleineren Pfeilwinkel α . Im Vergleich mit Fig. 6 werden die erzeugten Wirbel eine geringere Drallstärke aufweisen, jedoch innert kürzerem Intervall den Spaltquerschnitt voll ausfüllen. Falls in beiden Fällen ein Wirbelaufplatzens beabsichtigt ist, beispielsweise zum Stabilisieren der Strömung, wird dies beim Wirbel-Generator nach Fig. 7 später erfolgen als bei jenem nach Fig. 6.

Die in den Fig. 6 und 7 dargestellten Kanäle stellen rechteckige Niederdruck-Luftkanäle dar. Es wird noch einmal darauf hingewiesen, dass die Form des durchströmten Eintrittsspalts für die Wirkungsweise der Erfindung nicht wesentlich ist. Mit Hilfe der Wirbel-Generatoren 9, 9a werden zwei Strömungen miteinander gemischt. Die Hauptströmung in Form von Brennluft attackiert in Pfeilrichtung die quergerichteten Eintrittskanten 15. Die Sekundärströmung in Form von Brennstoff weist einen wesentlich kleineren Massenstrom auf als die Hauptströmung und wird im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren in die Hauptströmung eingeleitet.

Gemäss Fig. 6 geschieht diese Eindüsung über Einzelbohrungen 22a, die in der Wand 21a angebracht sind. Bei der Wand 21a handelt es sich um jene Wandung, an der die Wirbel-Generatoren angeordnet sind. Die Bohrungen 22a befinden sich auf der Symmetrielinie 17 stromabwärts hinter der Verbindungskante 16 jedes Wirbel-Generators. Bei dieser Konfiguration wird der Brennstoff in die bereits bestehenden gross-skaligen Wirbel eingegeben.

Die Fig. 7 zeigt eine Ausführungsvariante eines Eintrittsspalts, bei der der Brennstoff ebenfalls über Wandbohrungen 22b eingedüst wird. Diese befinden sich stromabwärts der Wirbel-Generatoren in jener Wand 21b, an der die Wirbel-Generatoren nicht angeordnet sind, also an der der Wand 21a gegenüberliegenden Wand. Die Wandbohrungen 22b sind jeweils mittig zwischen den Verbindungskanten 16 zweier benachbarter Wirbel-Generatoren

angebracht, wie aus Fig. 4 ersichtlich. Auf diese Weise gelangt der Brennstoff auf die gleiche Art in die Wirbel wie bei der Ausführung nach Fig. 6. Allerdings mit dem Unterschied, dass er nicht mehr in die Wirbel eines von einem gleichen Wirbel-Generator erzeugten Wirbelpaars eingemischt wird, sondern in je einen Wirbel zweier benachbarter Wirbel-Generatoren. Da die benachbarten Wirbel-Generatoren indes ohne Zwischenraum angeordnet sind und Wirbelpaare mit gleichen Drehsinn erzeugen, sind die Eindüsungen nach den Fig. 6 und 7 wirkungsgleich.

Beim Eintrittsspalt nach Fig. 8 wird vorausgesetzt, dass ein im Betrag variierendes Geschwindigkeitsfeld vorliegt. An der Kegelspitze im Brennerkopf ist die Geschwindigkeit etwa 1,5 bis 2 mal so hoch wie am Spaltende in der Nähe des Brenneraustritts. Damit variiert der dynamische Druck im Spalt etwa um den Faktor 3. Um die Strömung im Brennerinnen nicht zu stören, soll jedoch der absolute Druckverlust entlang des Eintrittsspalt konstant sein. Dies wird durch die unterschiedlichen Höhen der in Fig. 8 dargestellten Wirbel-Generatoren erreicht. Die unterschiedlichen Höhen haben selbstverständlich auch einen unterschiedlichen Druckabfall zur Folge haben. Im Ergebnis ergibt sich nunmehr, dass der Druckverlust des Brenners lediglich um den Druckverlust der Wirbel-Generatoren erhöht wird. Insgesamt sind dies weniger als 10% des Brennerdruckverlustes.

Es versteht sich, dass an dieser Stelle auf die Bekanntgabe von Absolutwerten verzichtet werden muss, da diese wegen ihrer Abhängigkeit von allzu zahlreichen Parametern ohnehin nicht aussagekräftig sind. Als Beispiel sei lediglich angegeben, dass Versuche an einer bestimmten Bauform von Wirbel-Generatoren ergeben haben, dass – bei einer gegebenen Geschwindigkeitsverteilung längs des rechteckigen Spaltes – eine Höhe der Wirbel-Generatoren von ca. 1/4 Spalthöhe im Kopf des Brenners etwa den gleichen Druckverlust ergibt wie Wirbel-Generatoren am Brennerende, die 3/4 der Spalthöhe ausfüllen. Im Bereich der Kegelspitze weisen die Wirbel-Generatoren deshalb eine Höhe auf, die nicht der empfohlenen Mindesthöhe von 50% der Spalthöhe entspricht. Die dort nicht erzielte optimale Mischung wird jedoch weiter stromab auf der relativ langen Mischstrecke bis zum Brennermund wieder ausgeglichen. Insgesamt kann bei unverändertem Brenner-Strömungsfeld eine perfekte Vormischung erwartet werden.

In Fig. 8 weisen die Wirbel-Generatoren alle die gleiche Pfeilung und den gleichen Anstellwinkel auf, was gemäss Fig. 2A und 2B bei gegebener Höhe zu unterschiedlichen Längen der Wirbel-Generatoren führt. Will man die Brennstoffzufuhr nach den zu Fig. 6 angegebenen Regeln in der Ebene der Verbindungskanten durchführen, so führt dies selbstverständlich auch zu einem ungleichmässigen Abstand und demzufolge Durchmesser der Einzelbohrungen.

Beim Eintrittsspalt nach Fig. 9 wird vorausgesetzt, dass ein im Betrag und in Richtung variierendes Geschwindigkeitsfeld vorliegt. Neben der Anpassung des Druckabfalls ist hier darauf zu achten,

dass der Winkel der zuströmenden Verbrennungsluft nicht verändert wird. Dementsprechend verläuft hier die Symmetrieachse der Wirbel-Generatoren in Strömungsrichtung, d.h. unter einem gewissen Winkel zur Längsachse des Spaltes. In diesem Beispiel weisen die Wirbel-Generatoren die gleichen Pfeilwinkel, jedoch unterschiedliche Anstellwinkel auf. Die Länge aller Elemente ist dadurch gleich. Die Bohrungen für die Brennstoffeindüsung sind äquidistant.

Der eingedüste Brennstoff wird von den Wirbeln mitgeschleppt und mit der Luft vermischt. Er folgt dem schraubenförmigen Verlauf der Wirbel und wird stromabwärts der Wirbel im Brennerinnen gleichmässig feinverteilt. Dadurch reduziert sich die – bei der bisher üblichen radialen Eindüsung von Brennstoff in eine unverwirbelte Strömung – Gefahr von Aufprallstrahlen an der gegenüberliegenden Wand und die Bildung von sogenannten «hot spots».

Da der hauptsächliche Mischprozess in den Wirbeln erfolgt und weitgehend unempfindlich gegen den Eindüsungsimpuls des Brennstoffs ist, kann die Brennstoffeinspritzung flexibel gehalten werden und an andere Grenzbedingungen angepasst werden. So kann im ganzen Lastbereich der gleiche Eindüsungsimpuls beibehalten werden. Da das Mischen durch die Geometrie der Wirbel-Generatoren bestimmt wird, und nicht durch die Maschinenlast, im Beispielsfall die Gasturbinenleistung, arbeitet der so konfigurierte Brenner auch bei Teillastbedingungen optimal.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf die beschriebenen und gezeigten Beispiele beschränkt. Bezüglich der Anordnung der Wirbel-Generatoren im Verbund sind viele Kombinationen möglich, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Auch die Einführung der Sekundärströmung in die Hauptströmung kann auf vielfältige Weise vorgenommen werden.

Bezugszeichenliste

	100 Brennkammerwand
	101 Vormischbrenner
	102 Lufteintritt
	103 Gehäuseinnere
	111 Teilkörper
	112 Teilkörper
50	113 Mittelachse
	114 Mittelachse
	116 Brennstoffdüse
	117 Gaseinströmöffnung
	118 Brenneraustritt = Brennraum
55	20 tangentialer Spalt = Eintrittsspalt
	9, 9a Wirbel-Generator
	10 Dachfläche
	11 Seitenfläche
	12 Längskante
60	13 Seitenfläche
	14 Längskante
	15 quer verlaufenden Kante von 10
	16 Verbindungskante
	17 Symmetrielinie
65	18 Spitze

20, a Eintrittsspalt
 21, a, b Spaltwand
 22, a, b Wandbohrung
 24 Gaszufuhr
 Θ Anstellwinkel
 α , $\alpha/2$ Pfeilwinkel
 h Höhe von 16
 H Spalthöhe
 L Länge des Wirbel-Generators

Patentansprüche

1. Vormischbrenner nach dem Doppelkegelprinzip mit im wesentlichen zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (111, 112), deren jeweiligen Mittelachsen (113, 114) gegeneinander versetzt sind, wobei die benachbarten Wandungen der beiden Teilkörper in deren Längserstreckung tangentielle Spalte (20) für die Verbrennungsluft bilden, und wobei im Bereich der tangentialen Spalte in den Wandungen der beiden Teilkörper in Längsrichtung verteilte Gaseinströmöffnungen (117) vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft in den tangentialen Spalten (20) über Wirbel-Generatoren (9) geführt wird, von denen über der Breite oder dem Umfang des durchströmten Spaltes mehrere nebeneinander angeordnet sind, und deren Höhe (h) mindestens 50% der Höhe (H) des durchströmten Spaltes beträgt, und dass der Brennstoff im unmittelbaren Bereich der Wirbel-Generatoren (9) in die Spalte (20) eingeleitet wird.

2. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

– dass ein Wirbel-Generator (9) drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken und von denen eine die Dachfläche (10) und die beiden andern die Seitenflächen (11, 13) bilden,

– dass die Seitenflächen (11, 13) mit einer gleichen Spaltwand (21) bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel (α) einschliessen,

– dass die Dachfläche (10) mit einer quer zum durchströmten Eintrittsspalt (20) verlaufenden Kante (15) an der gleichen Spaltwand (21) anliegt wie die Seitenwände,

– und dass die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche, die bündig sind mit den in den Strömungsspalt hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen unter einem Anstellwinkel zur Spaltwand (21) verlaufen.

3. Vormischbrenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Höhe (h) des Wirbel-Generators (9, 9a) zur Spalthöhe (H) so gewählt ist, dass der erzeugte Wirbel unmittelbar stromabwärts des Wirbel-Generators die volle Spalthöhe ausfüllt.

4. Vormischbrenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α) einschliessenden Seitenflächen (11, 13) des Wirbel-Generators (9) symmetrisch um eine Symmetrieachse (17) angeordnet sind.

5. Vormischbrenner nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden den Pfeilwinkel (α) einschliessenden Seitenflächen (11, 13) eine Ver-

bindungskante (16) miteinander umfassen, welche zusammen mit den längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche (10) eine Spitze (18) bilden, und dass die Verbindungskante vorzugsweise senkrecht zu jener Spaltwand (21) verläuft, mit welcher die Seitenflächen bündig sind.

6. Vormischbrenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungskante (16) und/oder die längsgerichteten Kanten (12, 14) der Dachfläche zumindest annähernd scharf ausgebildet sind.

7. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die im Spalt (20) nebeneinander angeordneten Wirbel-Generatoren (9) unterschiedliche Höhen (h) aufweisen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

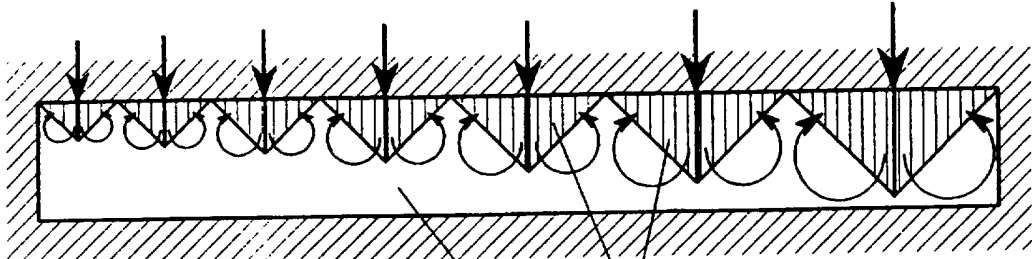
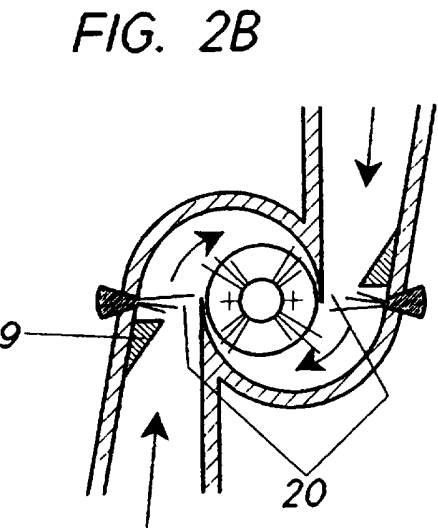
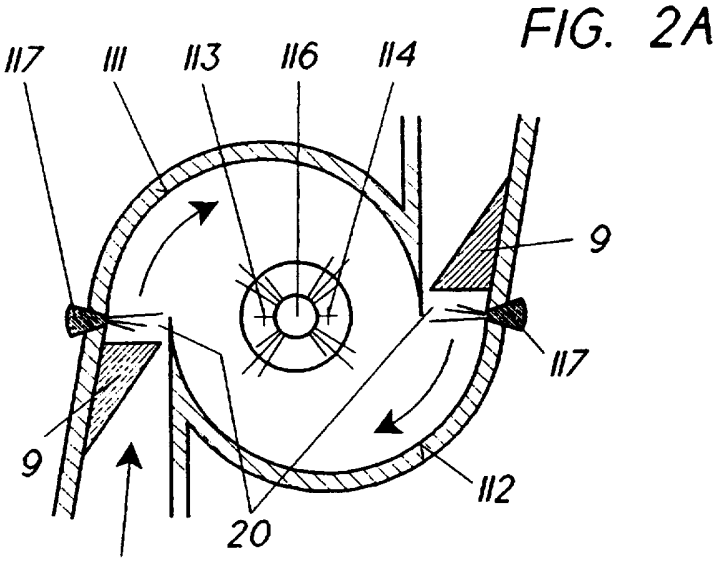
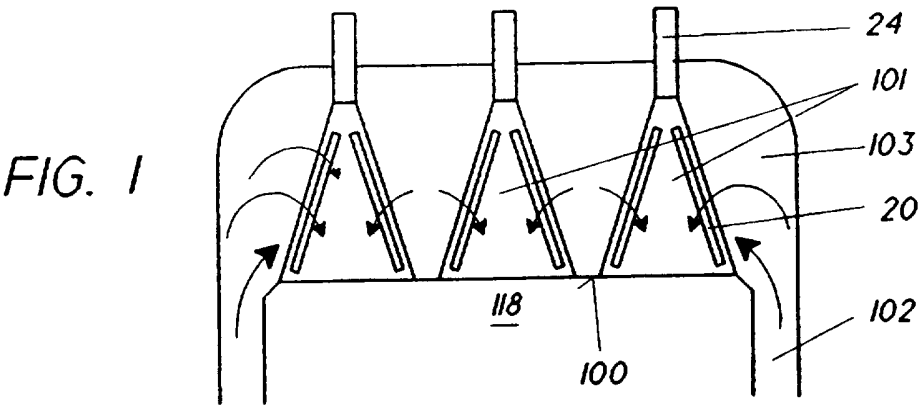


FIG. 8

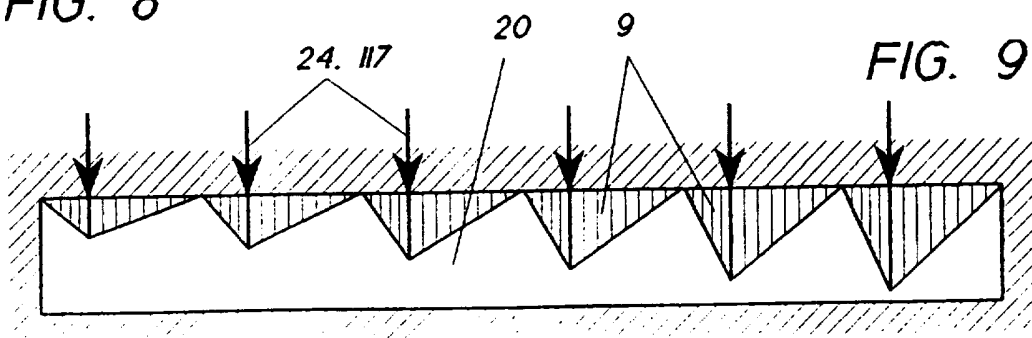


FIG. 9

FIG. 3

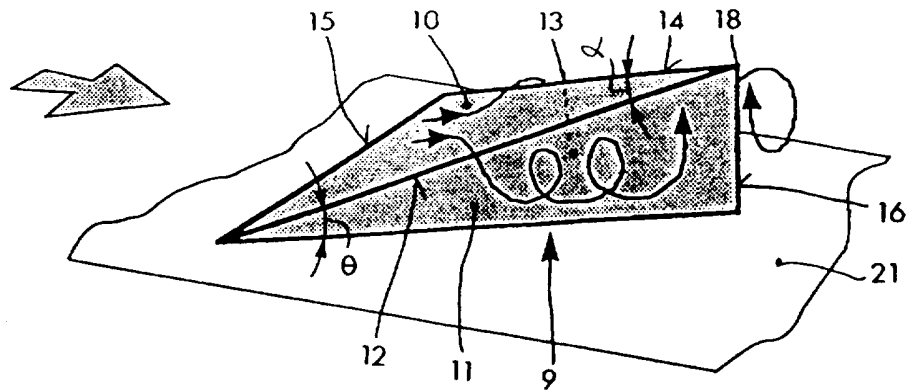


FIG. 4

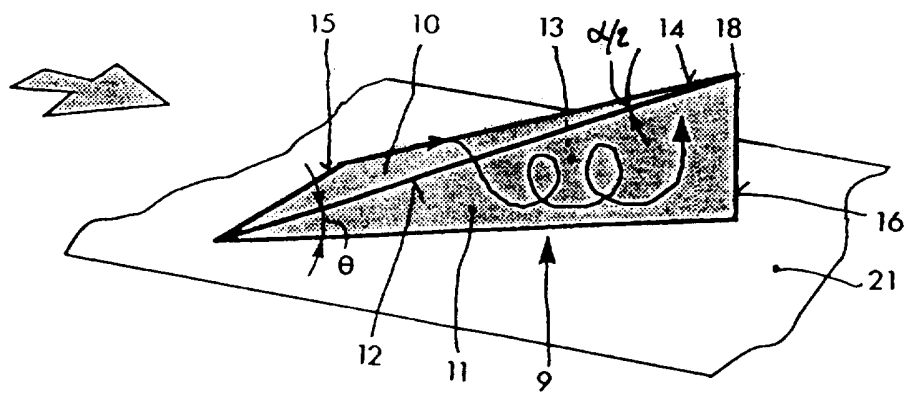


FIG. 5

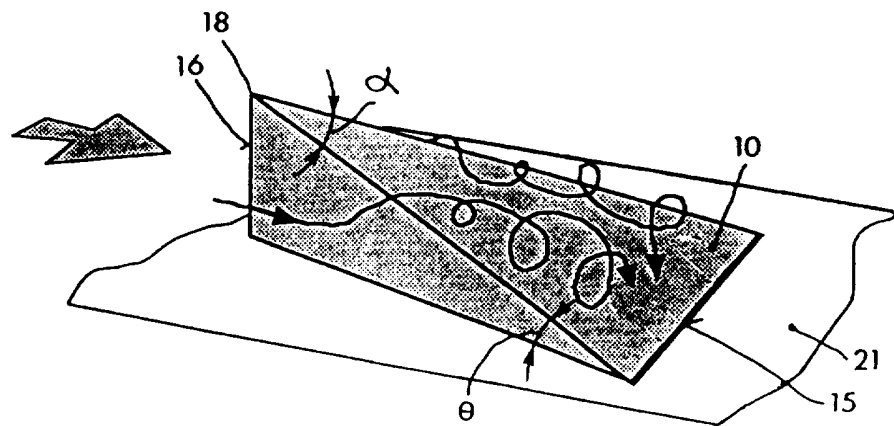


FIG. 6a

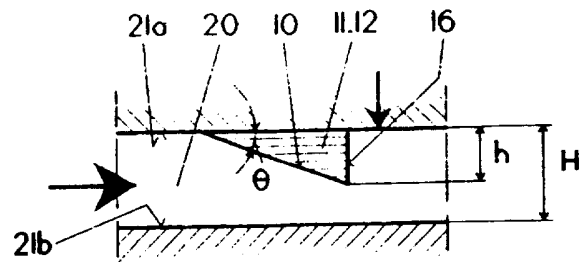


FIG. 6c

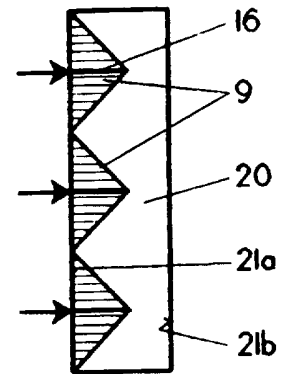


FIG. 6b

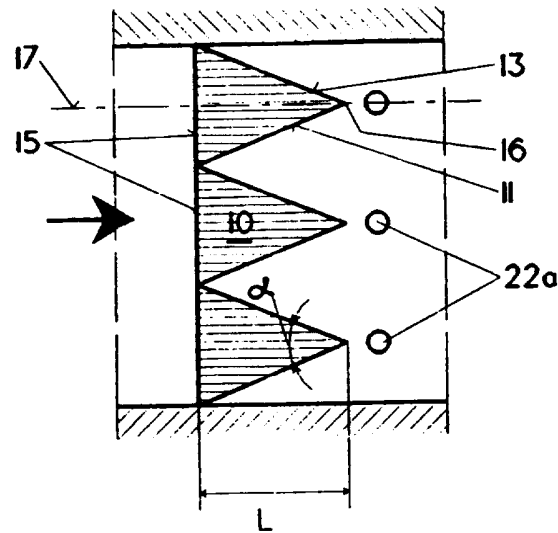


FIG. 7a

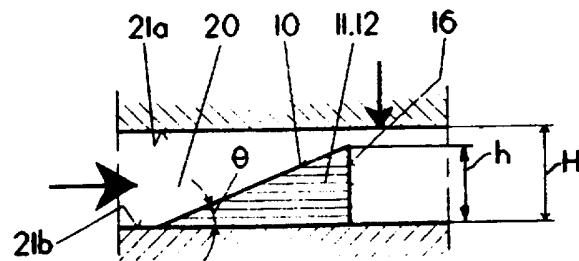


FIG. 7c

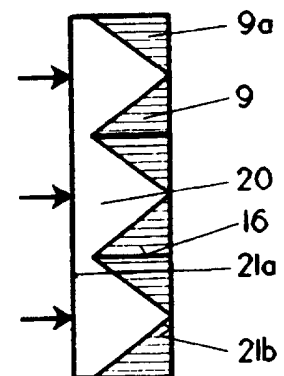


FIG. 7b

