

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 610 722 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.05.1997 Patentblatt 1997/21

(51) Int Cl.⁶: **F23D 17/00**

(21) Anmeldenummer: **94101142.1**

(22) Anmeldetag: **27.01.1994**

(54) **Brenner zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, einer Brennkammer einer Gasturbogruppe oder Feuerungsanlage**

Burner for an internal combustion engine, a combustion chamber of a gas turbine plant or a furnace

Brûleur pour un moteur à combustion interne, une chambre de combustion d'une installation à turbine à gaz ou un foyer

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB NL

(30) Priorität: **12.02.1993 DE 4304213**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.08.1994 Patentblatt 1994/33

(73) Patentinhaber: **ABB RESEARCH LTD.**
CH-8050 Zürich 11 (CH)

(72) Erfinder:
• **Döbbeling, Klaus, Dr.**
CH-5415 Nussbaumen (CH)
• **Knöpfel, Hans Peter**
CH-5627 Besenbüren (CH)

• **Polifke, Wolfgang, Dr.**
CH-5200 Windisch (CH)
• **Sattelmayer, Thomas, Dr.**
CH-5318 Mandach (CH)

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 433 790 **EP-A- 0 521 325**
FR-A- 2 509 436

EP 0 610 722 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 Brenner zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, einer Brennkammer einer Gasturbogruppe oder Feuerungsanlage, der neben der üblichen Öl- oder Erdgasfeuerung auch zur Verbrennung von gasförmigen, hochreaktive Komponenten enthaltenden Brennstoffen mit einem mittleren Heizwert eingesetzt werden kann.

Stand der Technik

Brennstoffe mit einem mittleren Heizwert von etwa 10 MJ/kg bis 25 MJ/kg, die hochreaktive Komponenten, wie z.B. Wasserstoff, enthalten, zeichnen sich durch hohe Flammengeschwindigkeiten und geringe Zündverzugszeiten aus. Solche Brennstoffe entstehen unter anderem bei der sauerstoffgeblasenen Vergasung von Schweröl, Rückstandsöl, Teer und Kohle. Das Vergasungsprodukt besteht zum grössten Teil aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid mit einem maximalen Volumenverhältnis von H_2 zu CO von 0,9.

Derartige Brennstoffe müssen bisher vor der Verbrennung mit Wasserdampf und Stickstoff verdünnt werden. Das führt dazu, dass die Flammengeschwindigkeit wesentlich verringert wird, die Zündverzugszeit vergrössert wird und der Heizwert auf Werte kleiner 10 MJ/kg sinkt.

Nachteil an diesem Stand der Technik ist, dass für die Verbrennung in einer Gasturbine die Verdünnungsmedien auf kammerdruckniveau verdichtet werden müssen und grosse Brennstoffleitungsquerschnitte erforderlich sind, und dass die Verdünnungsmedien am Ort der Verbrennung verfügbar sein müssen. Letzteres ist insbesondere dort von Nachteil, wo kein Wasser in ausreichender Menge und Qualität oder kein Stickstoff verfügbar ist.

Mit dem z.B. aus EP 0518072 und EP 0521325 bekannten Doppelkegelbrenner zur schadstoffarmen Verbrennung war es bisher nur möglich, flüssige Brennstoffe und gasförmige Brennstoffe niedriger Reaktivität zu verbrennen. Die direkte Verbrennung von gasförmigen, hochreaktive Komponenten, z.B. Wasserstoff, enthaltenden Brennstoffe konnte bisher mit diesen Brennern nicht realisiert werden.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht, all diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen Brenner und ein Verfahren zum Betrieb des Brenners einer Brennkraftmaschine, einer Brennkammer einer Gasturbogruppe oder Feuerungsanlage zu schaffen, bei dem neben der üblichen Öl- oder Erdgasfeuerung auch gasförmige, hochreaktive Komponenten enthaltende Brennstoffe mit einem mittleren Heizwert eingesetzt

werden können, ohne dass diese vor der Verbrennung mit Wasserdampf und Stickstoff verdünnt werden müssen.

Erfindungsgemäss wird dies bei einem Brenner gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch erreicht, dass für den gasförmigen, hochreaktive Komponenten enthaltenden Brennstoff mit mittlerem Heizwert in der Nähe des Brenneraustritts in einer Entfernung vom Brenneraustritt von bis zu 30% des Brennerinnenndurchmessers mindestens eine Reihe Düsen am Umfang der Teilkegelkörper angebracht ist und eine Brennstoffleitung sowie ein im Bereich der Düsen platzierter Verteilkanal für den hochreaktiven Brennstoff vorhanden sind, wobei die beiden Systeme zur Eindüsung der gasförmigen Brennstoffe unabhängig voneinander angeordnet sind.

Erfindungsgemäss wird dies bei einem Verfahren zum Betrieb des o.g. Brenners dadurch erreicht, dass der hochreaktive Brennstoff mit grosser Geschwindigkeit in der Nähe des Brenneraustritts in die Zonen hoher Luftgeschwindigkeit gedüst wird und die Eindringtiefe und Richtung der Brennstoffstrahlen so aufeinander abgestimmt werden, dass die Zündung nach vollzogener Mischung erst hinter dem Brenner erfolgt.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem im Wegfall der bisher vor der Verbrennung notwendigen Verdünnung des gasförmigen, hochreaktive Komponenten enthaltenden Brennstoffs mit Stickstoff und Wasserdampf und der erforderlichen Verdichtung der Verdünnungsmedien auf Brennkammerdruck zu sehen. Weiterhin wird eine stabile und schadstoffarme Verbrennung der Brennstoffe unter Gasturbinenbedingungen erreicht. Da die Brennstoffsysteme im Brenner voneinander unabhängig angeordnet sind, ist der Brenner weiterhin auch im bereits bekannten Erdgas- und Ölbetrieb voll funktionsfähig.

Es ist besonders zweckmässig, wenn der Durchmesser der einzelnen Düsen kleiner als 1% des Brennerinnenndurchmessers ist.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn etwa 15 Düsen vorhanden sind.

Es ist zweckmässig, wenn in den zwei unabhängigen Systemen zur gasförmigen Brennstoffeindüsung einerseits Brennstoffe mit hohem Heizwert und niedriger Reaktivität und andererseits Brennstoffe mit hoher Reaktivität und mittlerem Heizwert geführt werden.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn der Brenner im Mischbetrieb mit beiden Gaseindüsungsarten mit einem oder zwei unterschiedlichen gasförmigen Brennstoffen oder alternativ mit einem flüssigen Brennstoff betrieben wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die einzige Figur zeigt eine perspektivische Darstellung des Brenners, wobei in dem teilweisen Schnitt besonders die tangentialen Luftzu-

führungen zu sehen sind.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Aus der Figur geht hervor, dass der Brennerkörper aus zwei halben hohlen Teilkegelkörpern 1 und 2 besteht, die versetzt zueinander aufeinander liegen. Bedingt durch diesen geometrischen Aufbau kann man von einem Doppelkegelbrenner sprechen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachsen der Teilkegelkörper 1, 2 zueinander schafft auf beiden Seiten der Teilkegelkörper 1, 2 jeweils einen tangentialen Lufteintrittsschlitz 4 und 5, durch welchen die Verbrennungsluft 12 in den Innenraum des Doppelkegelbrenners, d.h. in den Kegelhohlraum 6, strömt.

Die beiden Teilkegelkörper 1, 2 weisen je einen zylindrischen Anfangsteil 1a, 2a auf, welche ebenfalls analog den Teilkegelkörpern 1, 2 versetzt zueinander verlaufen, so dass von Anfang an die tangentialen Lufteintrittsschlitze 4,5 vorhanden sind. In diesem zylindrischen Anfangsteil 1a, 2a ist eine Düse 3 untergebracht, die für die Zufuhr des flüssigen Brennstoffes 13 sorgt. Der Doppelkegelbrenner kann selbstverständlich auch ohne die zylindrischen Anfangsteile 1a, 2a ausgeführt sein.

Die beiden Teilkegelkörper 1, 2 weisen je eine Brennstoffleitung 7, 8 auf, die mit Brennstoffdüsen 9 versehen sind, durch welche der gasförmige Brennstoff 14 strömt, der durch die tangentialen Lufteintrittsschlitze 4,5 strömenden Verbrennungsluft 12 zugemischt wird. Die Brennstoffleitungen 7, 8 sind am Ende der tangentialen Lufteintrittsschlitze 4, 5 angeordnet, so dass dort die Zumischung des Brennstoffes 14 mit der einströmenden Verbrennungsluft 12 erfolgen kann.

Selbstverständlich ist ein Mischbetrieb mit beiden Brennstoffen 13 und 14 möglich. Am Brenneraustritt weist der Doppelkegelbrenner eine Frontplatte 16 auf. Der durch die Düse 3 strömende flüssige Brennstoff 13 wird in einem spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 6 eingedüst. Das kegelige Flüssigbrennstoffprofil wird dann von der tangential anströmenden Verbrennungsluft 12 rotierend umschlossen. Wird gasförmiger Brennstoff 14 eingedüst, geschieht die Gemischbildung mit der Verbrennungsluft 12 direkt am Ende der tangentialen Lufteintrittsschlitze 4, 5. Bei Eindüsung des flüssigen Brennstoffes 13 wird im Bereich der Rückströmzone die optimale homogene Brennstoffverteilung erreicht. Die Zündung selbst erfolgt an der Spitze der Rückströmzone ausserhalb des Brenners. Dieser eben beschriebene Betrieb des Doppelkegelbrenners mit Erdgas und Öl ist bereits bekannt.

Erfindungsgemäss sind in der Nähe des Brenneraustritts in einer Entfernung von bis zu 30% des Brennerinnendurchmessers (entspricht der grössten lichten Weite des Brenners) am Umfang auf den beiden Teilke-

gelkörpern 1, 2 Eindüsungsstellen (Düsen 10) für den gasförmigen, hochreaktive Komponenten enthaltenden Brennstoff 15 mit mittlerem Heizwert angeordnet. Der Brennstoff 15 wird über die Brennstoffleitung 11 dem Verteilkanal 17, welcher im Bereich der Düsen 10 am Umfang der Teilkegelkörper 1, 2 plaziert ist, zugeführt. Er strömt dann durch die Düsen 10 in den Kegelhohlraum 6 und wird dort der Verbrennungsluft zugemischt.

Die Düsen 10 sind im vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer Reihe angeordnet und in radialer Richtung ausgerichtet. Selbstverständlich können diese Düsen 10 in anderen Ausführungsbeispielen der Erfindung auch in mehreren Reihen angebracht sein. Zur Optimierung der Mischung kann auch die Anstellung der Düsen 10 in axialer und azimuthaler Richtung vorteilhaft sein. Die Düsen 10 sollen möglichst so ausgerichtet sein, dass eine vollständige Mischung mit der gesamten zur Verfügung stehenden Luft erfolgt.

Damit eine gute Vormischung erfolgt, sind etwa 15 Düsen 10 am Umfang der Teilkegelkörper 1, 2 erforderlich. Der Durchmesser einer Düse 10 ist dabei kleiner als 1% des Brennerinnendurchmessers, so dass man von einem Mikroflammenbrenner sprechen kann.

Die beiden Systeme zur Eindüsung der gasförmigen Brennstoffe 14, 15 (einerseits die Brennstoffleitungen 7, 8 und die Düsen 9, andererseits die Brennstoffleitung 11, der Verteilkanal 17 und die Düsen 10) sind getrennt voneinander angeordnet.

Die besondere Schwierigkeit beim Betrieb eines Brenners mit hochreaktivem Brennstoff, welcher bei nahstöchiometrischen Bedingungen sehr hohe Flammentemperaturen aufweist, liegt darin begründet, dass sehr leicht Zonen mit hohen Temperaturen entstehen, in denen der in der Luft enthaltene Stickstoff mit dem Sauerstoff reagiert und somit Stickoxide gebildet werden. Der Brennstoff muss deshalb vor der Flammenfront mit etwa der achtfachen Masse an Luft gemischt werden, um die Flammentemperatur soweit abzusenken, dass nur noch wenig oder kein Stickoxid entsteht. Der erfindungsgemässe Doppelkegelbrenner mit Mikroflammen wird deshalb so betrieben, dass der hochreaktive Brennstoff 15 mit grosser Geschwindigkeit durch die in der Nähe des Brenneraustritts angeordneten Düsen 10 in Zonen hoher Luftgeschwindigkeit eingedüst wird, wobei die Eindringtiefe und die Richtung der Brennstoffstrahlen so abgestimmt werden, dass die Zündung und Stabilisierung der Flamme erst hinter dem Brenneraustritt nach vollzogener Mischung erfolgt.

In den zwei unabhängigen Systemen zur gasförmigen Brennstoffeindüsung können einerseits Brennstoffe 14 mit hohem Heizwert und niedriger Reaktivität und andererseits Brennstoffe 15 mit hoher Reaktivität und mittlerem Heizwert geführt werden. Der Doppelkegelbrenner kann im Mischbetrieb mit beiden Eindüsungsarten mit einem oder zwei unterschiedlichen gasförmigen Brennstoffen 14, 15 betrieben werden oder alternativ mit einem flüssigen Brennstoff 13.

Derartige erfindungsgemässe Doppelkegelbrenner haben für hochreaktive Brennstoffe folgende Vorteile:

- Die Flamme kann sich erst ausserhalb des Brenners stabilisieren, dadurch wird eine Überhitzung des Brenners sicher vermieden. 5
- Die Mischung erfolgt sehr rasch im Bereich der höchsten Geschwindigkeiten kurz vor dem Brenneraustritt. 10
- Die Flamme brennt sehr stabil, da sie durch den heissen Vortexbreakdown hinter dem Brenner an einem definierten Ort stabil gezündet wird. 15
- Durch die gute Vormischung werden geringe Schadstoffemissionen auch bei hohen Wasserstoffgehalten erzielt. 15
- Der Doppelkegelbrenner ist auch weiterhin im bereits bekannten Erdgas- und Ölbetrieb funktionsfähig, da die Brennstoffsysteme voneinander getrennt angeordnet sind. 20

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|---|----|
| 1 | Teilkegelkörper | |
| 1a | zylindrischer Anfangsteil | |
| 2 | Teilkegelkörper | 25 |
| 2a | zylindrischer Anfangsteil | |
| 3 | Düse für flüssigen Brennstoff | |
| 4 | tangentialer Lufteintrittsschlitz | |
| 5 | tangentialer Lufteintrittsschlitz | |
| 6 | Kegelhohlraum | 30 |
| 7 | Brennstoffleitung | |
| 8 | Brennstoffleitung | |
| 9 | Brennstoffdüsen für gasförmigen Brennstoff | |
| 11 | Brennstoffleitung für gasförmigen, hochreaktiven Brennstoff | 35 |
| 12 | Verbrennungsluft | |
| 13 | flüssiger Brennstoff | |
| 14 | gasförmiger Brennstoff | |
| 15 | gasförmiger, hochreaktiver Brennstoff | |
| 16 | Frontplatte | 40 |
| 17 | Verteilkanal | |

Patentansprüche

1. Brenner zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, einer Brennkammer einer Gasturbogruppe oder Feuerungsanlage, wobei der Brenner im wesentlichen aus mindestens zwei halben hohlen Teilkegelkörpern (1, 2) besteht, deren Längssymmetrieachsen zueinander radial versetzt verlaufen, wodurch mindestens zwei tangentiale Lufteintrittsschlitze (4, 5) für einen Verbrennungsluftstrom entstehen, wobei im von den kegelförmigen Teilkörpern (1, 2) gebildeten Kegelhohlraum (6) am Brennerkopf mindestens eine Düse (3) zur Eindüsung eines flüssigen Brennstoffes (13) in den Kegelhohlraum (6) plziert werden kann, und wobei die Teilkegelkörper (1, 2) 50

im Bereich der tangentialen Lufteintrittsschlitze (4, 5) durch Mittel (7,8,9) zur Beibringung eines weiteren gasförmigen Brennstoffes (14) ergänzt sein können, dadurch gekennzeichnet, dass für den gasförmigen, hochreaktive Komponenten enthaltenden Brennstoff (15) mit mittlerem Heizwert in der Nähe des Brenneraustritts in einer Entfernung vom Brenneraustritt von bis zu 30% des Brennerennndurchmessers mindestens eine Reihe Düsen (10) am Umfang der Teilkegelkörper (1, 2) angebracht ist und eine Brennstoffleitung (11) sowie ein im Bereich der Düsen (10) platzierter Verteilkanal (17) für den hochreaktiven Brennstoff (15) vorhanden sind, wobei die beiden Systeme zur Eindüsung der gasförmigen Brennstoffe (14, 15) unabhängig voneinander angeordnet sind.

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser jeder einzelnen Düse (10) kleiner als 1% des Brennerennndurchmessers ist. 20

3. Brenner nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass 15 Düsen (10) vorhanden sind.

4. Verfahren zum Betrieb eines Brenners nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der gasförmige, hochreaktive Komponenten enthaltene Brennstoff (15) mit mittlerem Heizwert mit grosser Geschwindigkeit durch die Düsen (10) in der Nähe des Brenneraustritts in die Zonen hoher Luftgeschwindigkeit gedüst wird und die Eindringtiefe und Richtung der Brennstoffstrahlen so aufeinander abgestimmt werden, dass die Zündung nach vollzogener Mischung erst hinter dem Brenner erfolgt. 30

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass in den zwei unabhängigen Systemen zur gasförmigen Brennstoffeindüsung einerseits Brennstoffe (14) mit hohem Heizwert und niedriger Reaktivität und andererseits Brennstoffe (15) mit hoher Reaktivität und mittlerem Heizwert geführt werden. 35

6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner im Mischbetrieb mit beiden Gaseindüsungsarten mit einem oder zwei unterschiedlichen gasförmigen Brennstoffen (14, 15) betrieben wird. 40

7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Brenner mit einem flüssigen Brennstoff (13) betrieben wird. 45

Claims

1. Burner for operating an internal combustion engine, a combustion chamber of a gas turbine group or fir- 55

ing installation, the burner consisting essentially of at least two partial hollow semi-conical bodies (1, 2) whose longitudinal axes of symmetry extend radially offset relative to one another so that at least two tangential air inlet slots (4, 5) are produced for a combustion airflow, it being possible to place at least one nozzle (3) in the hollow conical space (6) formed by the partial conical bodies (1, 2) at the burner head for injecting a liquid fuel (13) into the hollow conical space (6) and it being possible to complement the partial conical bodies (1, 2) in the region of the tangential air inlet slots (4, 5) by means (7, 8, 9) for the supplementary supply of a further gaseous fuel (14), wherein at least one row of nozzles (10) is introduced, on the periphery of the partial conical bodies (1, 2) near the burner outlet, at a distance from the burner outlet of up to 30% of the nominal burner diameter, for the gaseous fuel (15) containing highly reactive components and having a medium calorific value and there is a fuel conduit (11) and a distributing passage (17), placed in the region of the nozzles (10), for the highly reactive fuel (15), the two systems for injecting the gaseous fuels (14, 15) being arranged independently of one another.

2. Burner according to Claim 1, characterized in that the diameter of each individual nozzle (10) is smaller than 1% of the burner nominal diameter.
3. Burner according to Claims 1 and 2, characterized in that there are fifteen nozzles (10).
4. Method for operating a burner according to Claim 1, characterized in that the gaseous fuel (15) containing highly reactive components and having a medium calorific value is injected at high velocity through the nozzles (10) near the burner outlet into the zones of high air velocity and the penetration depth and direction of the fuel jets are matched to one another in such a way that ignition only takes place behind the burner, after mixing has been completed.
5. Method according to Claim 4, characterized in that in the two independent systems for injecting gaseous fuel, fuels (14) having a high calorific value and low reactivity, on the one hand, and fuels (15) having a high reactivity and medium calorific value, on the other, are supplied.
6. Method according to Claim 4, characterized in that the burner is operated in mixed operation with both types of gas injection with one or two different gaseous fuels (14, 15).
7. Method according to Claim 4, characterized in that the burner is operated with a liquid fuel (13).

Revendications

1. Brûleur pour la conduite d'un moteur à combustion interne, d'une chambre de combustion d'un turbogroupe à gaz ou d'une installation de chauffe, dans lequel le brûleur se compose essentiellement d'au moins deux demi-corps coniques partiels creux (1, 2), dont les axes de symétrie longitudinaux sont décalés radialement l'un par rapport à l'autre, ce qui donne naissance à au moins deux fentes d'entrée d'air tangentielles (4, 5) pour un courant d'air de combustion, dans lequel au moins un gicleur (3) peut être placé à la tête du brûleur dans le volume conique creux (6) formé par les corps coniques partiels (1, 2) pour l'injection d'un combustible liquide (13) dans le volume conique creux (6), et dans lequel les corps coniques partiels (1, 2) peuvent être complétés dans la région des fentes d'entrée d'air tangentielles (4, 5) par des moyens (7, 8, 9) pour l'addition d'un combustible gazeux supplémentaire (14), caractérisé en ce qu'au moins une série de gicleurs (10) pour le combustible gazeux (15) contenant des composants hautement réactifs, avec un pouvoir calorifique moyen, sont installés à la périphérie des corps coniques partiels (1, 2) à proximité de la sortie du brûleur à une distance de la sortie du brûleur pouvant atteindre 30% du diamètre nominal du brûleur, et en ce qu'il comporte une conduite de combustible (11) ainsi qu'un canal de distribution (17) placé dans la région des gicleurs (10) pour le combustible hautement réactif (15), les deux systèmes destinés à l'injection des combustibles gazeux (14, 15) étant disposés de façon indépendante l'un de l'autre.
2. Brûleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre de chacun des gicleurs (10) est inférieur à 1% du diamètre nominal du brûleur.
3. Brûleur suivant les revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il est prévu 15 gicleurs (10).
4. Procédé pour la conduite d'un brûleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le combustible gazeux (15) contenant des composants hautement réactifs, avec un pouvoir calorifique moyen, est injecté à grande vitesse par les gicleurs (10) à proximité de la sortie du brûleur, dans les zones de grande vitesse de l'air, et en ce que la profondeur de pénétration et la direction des jets de combustible sont adaptées l'une à l'autre de telle façon que l'allumage ne se produise qu'après le mélange complet au-delà du brûleur.
5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que l'on introduit dans les deux systèmes indépendants pour l'injection de combustible gazeux d'une part des combustibles (14) avec un haut pou-

voir calorifique et une faible réactivité et d'autre part des combustibles (15) avec une haute réactivité et un pouvoir calorifique moyen.

6. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le brûleur est utilisé en fonctionnement mixte avec les deux types d'injection de gaz avec un ou deux combustibles gazeux différents (14, 15). 5
7. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le brûleur est utilisé avec un combustible liquide (13). 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

