



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 106 578⁽¹³⁾ C1

(51) МПК⁶ F 23 R 3/16

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95118604/06, 01.11.1995

(46) Дата публикации: 10.03.1998

(56) Ссылки: 1. US, патент, 4173118, кл. F 02 C 7/22, 1979. 2. US, патент, 5070700, кл. F 23 R 3/20, 1991.

(71) Заявитель:

Акционерное общество "Авиадвигатель"

(72) Изобретатель: Кузменко М.Л.,

Снитко А.А., Токарев В.В., Брындин
О.В., Кириевский Ю.Е., Хрящиков
М.С., Хайруллин М.Ф.

(73) Патентообладатель:

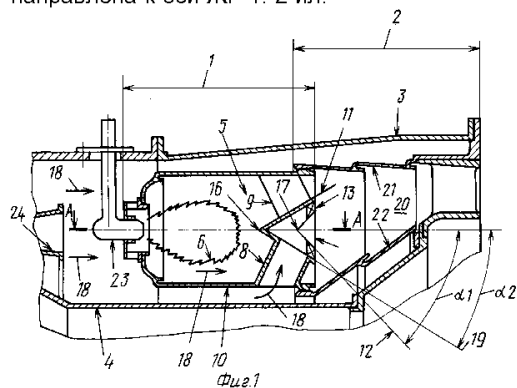
Акционерное общество "Авиадвигатель"

(54) ТРУБЧАТО-КОЛЬЦЕВАЯ КАМЕРА СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

(57) Реферат:

Использование: в энергетических установках, работающих преимущественно на сжатом природном газе с низкими выбросами окислов азота и углерода. Сущность изобретения: установки содержат жаровые трубы (ЖГ) 1, соединенные с газосборником (ГС) 2, скрепленным с внешним 3 и внутренним 4 корпусами. Каждая из ЖГ 1 содержит расположенный в внутренней полости 5 ниже по потоку за факелом пламени 6 смеситель (СМ) 7, скрепленный со стенкой 10 ЖГ 1. СМ 7 выполнен в виде конусной оболочки с днищем. В стенке днища конусной оболочки и в стенке 10 в пределах длины смесителя 7 выполнены отверстия 14 и щели 15. Вершина 17 конуса СМ 7 направлена против потока 18, а полость ГС 2 образована внешней и внутренней

кольцевыми стенками. Образующая конусной оболочки СМ 7 может быть выполнена прямолинейной или в форме дуг окружностей, 23 и 24, выпуклая сторона которых направлена к оси ЖГ 1. 2 ил.



RU 2 106 578 C1

RU 2 106 578 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 106 578** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁶ **F 23 R 3/16**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 95118604/06, 01.11.1995

(46) Date of publication: 10.03.1998

(71) Applicant:
Aktsionernoe obshchestvo "Aviadvigatel"

(72) Inventor: **Kuzmenko M.L.,
Snitko A.A., Tokarev V.V., Bryndin
O.V., Kirievskij Ju.E., Khrjashchikov
M.S., Khajrullin M.F.**

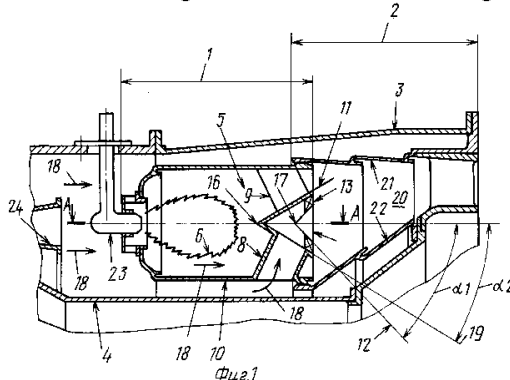
(73) Proprietor:
Aktsionernoe obshchestvo "Aviadvigatel"

(54) **TUBULAR-AND-ANNULAR COMBUSTION CHAMBER OF GAS-TURBINE POWER PLANT**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering; gas turbines burning compressed natural gas. SUBSTANCE: combustion chamber has flame tubes 1 joined with gas collector 2 secured to external and internal casings 3 and 4, respectively. Each flame tube 1 has mixer 7 placed in internal cavity 5 downstream of flow behind flame 6 and joined with wall 10. Mixer 7 has conical shell and bottom. Holes 14 and slits 15 are made in conical shell bottom and in wall 10 within mixer length. Top 17 of cone of mixer 7 opposes flow 18; cavity of gas collector 2 is formed by external and internal circular walls. Conical shell generating line of mixer 7 may be rectilinear or shaped as circle arcs 23 and 24 whose convex side

faces axis of flame tubes 1. EFFECT: reduced emission of nitrogen oxides and carbon. 2 dwg



RU 2 106 578 C1

RU 2 106 578 C1

Изобретение относится к трубчато-кольцевым камерам сгорания газотурбинных энергетических установок, работающих преимущественно на сжатом природном газе с низкими выбросами оксидов азота и углерода.

Известна камера сгорания со ступенчатым горением, включающая в себя коаксиальную трубчатую конструкцию, состоящую из наружного цилиндра и коаксиально расположенного с ним внутреннего цилиндра, при этом внутренний цилиндр по длине короче наружного и располагается в зоне горения на участке восходящего потока, в осевом направлении и образует кольцевую зону, ограниченную собственной стенкой и стенкой наружного цилиндра. В стенке наружного цилиндра, которая охватывает внутреннюю кольцевую часть внутреннего цилиндра, выполнен ряд отверстий, а на расстоянии, не меньшем чем диаметр этого наружного цилиндра, располагается еще один ряд воздухоподводящих отверстий в направлении вниз по потоку относительно первых воздухоподводящих отверстий [1].

Недостатками известной камеры сгорания являются увеличенные осевые габариты жаровой трубы вследствие ступенчатого горения и малый ресурс работы жаровых труб из-за выполнения воздухоподводящих отверстий в ее стенках. Такое выполнение воздухоподводящих отверстий в стенках жаровых труб, особенно при наличии вращения в набегающем потоке, приводит к увеличенным перепадам статического давления вокруг втулок и обычно способствует более быстрому прогоранию мест крепления, уменьшая ресурс жаровых труб. Известная конструкция предусматривает впрыск воды и предназначена главным образом для выносных камер сгорания газотурбинных установок.

Наиболее близкой к заявляемой является конструкция камеры сгорания газотурбинной энергетической установки, содержащей соединенные с газосборником, имеющим полость, образованную собственными кольцевыми стенками, и скрепленным с внешним и внутренним корпусами, жаровые трубы, в каждой из которых расположен во внутренней полости ниже по потоку за факелом пламени смеситель, скрепленный полыми стойками со стенкой жаровой трубы, выполненный в виде конусной оболочки [2].

Недостатком известной конструкции, принятой за прототип, является неполное использование возможностей осуществления кинетического горения переобогащенной смеси путем внезапного обеднения ("замораживания") продуктов горения и уменьшения времени нахождения их при максимальных температурах.

Техническая задача, на решение которой направлено изобретение, заключается в обеспечении устойчивого экономичного горения с низкой концентрацией окислов азота в отработавших газах турбины при сжигании природного газа в камере сгорания газотурбинной энергетической установки путем достижения полноты его сгорания выше 99% на рабочих режимах, а также уменьшения времени нахождения активных реагентов топлива при максимальных температурах.

Принцип организации горения в

предлагаемой камере сгорания заключается в том, что при обеспечении данной активации горения с возникновением цепных реакций (кинетического горения) предварительно перемешанной смеси выбросы NOx, CO и HC почти на порядок ниже, чем при горении диффузионного факела, в основе которого лежит теория тепловой активации молекулярных связей. Первичная зона богатого горения (коэффициент избытка окислителя, равный отношению действительного количества воздуха к теоретически необходимому для полного сгорания топлива, $\alpha_r = 0,5-0,7$) снижает температуру газов за счет устранения подмешивания воздуха на внутренних стенках жаровых труб. В зоне отверстий смесителя смесь обедняется и сгорает при $\alpha_r = 1,8-2,2$ с образованием зон лавинной активации горения, что повышает скорость и температуру зон горения, обеспечивая полноту сгорания до 99,9%. При этом зоны кинетического горения тормозятся воздушным потоком, истекающим из отверстий в стенках жаровых труб и смесителя, что позволяет осуществить быстрое смешение продуктов горения ("замораживание") несгоревшего топлива с оставшейся частью воздуха, многократно уменьшить время нахождения активных реагентов топлива при максимальных температурах и организовать вторую стадию сжигания топлива, обеспечивая требования по температурному полю на выходе из камеры сгорания.

На фиг. 1 представлена верхняя часть продольного осевого сечения камеры сгорания вдоль оси жаровой трубы камеры сгорания; на фиг. 2 - разрез А-А на фиг. 1.

Трубчато-кольцевая камера сгорания газотурбинной энергетической установки содержит жаровые трубы 1, соединенные с газосборником 2, скрепленным с внешним 3 и внутренним 4 корпусами. Каждая из жаровых труб 1 содержит расположенный во внутренней полости 5 ниже по потоку за факелом пламени 6 смеситель 7, скрепленный полыми стойками 8 и 9 со стенкой 10 жаровой трубы 1.

Смеситель 7 выполнен в виде двух конусов 11 и 12, расположенных концентрично стенке 10 жаровой трубы 1. Между стенками конусов 11 и 12 размещен завихритель 13 воздуха, предназначенный для "закручивания" воздушного потока, причем в стенке 11 наружного конуса выполнены отверстия 14 и щели 15. Вершины 16 и 17 конусов направлены против воздушного потока 18. Угол конусности α_1 внутреннего конуса 12 больше угла конусности α_2 внутренней поверхности 19 стенки 11, а полость 20 газосборника 2 образована внешней и внутренней кольцевыми стенками 21 и 22. Кроме того, на фиг. 1 показана топливная форсунка 23 с завихрителем и диффузор 24 с "внезапным" расширением. Поверхности конусов 19 и 12 образуют кольцевые каналы, сужающиеся в направлении завихрителя 13.

Предлагаемая камера сгорания работает следующим образом.

При запуске энергетической установки в камере сгорания сжатый природный газ подается через топливную форсунку 23. Далее смешивается с потоком воздуха 18,

закрученного лопатками радиального завихрителя форсунки 23, и воспламеняется во внутренней полости 5 жаровой трубы 1, образуя факел 6 диффузионного горения обогащенной ($\alpha_T = 0,5-0,7$) топливно-воздушной смеси. В первичной зоне богатого горения ($\alpha_T = 0,5-0,7$) температура газов пониженная ($\approx 750^\circ\text{K}$) за счет устранения подмешивания воздуха на внутренних стенках 14 жаровой трубы 1.

При этом другая часть воздушного потока 18 через полость 13 лопаток 12 внешнего завихрителя 10, далее через отверстия 8 в стенках 9 смесителя 7 направляется навстречу фронту диффузионного факела пламени 6 первичной зоны богатого горения. Столбики воздуха, вытекающие через эти отверстия, пронизывают границу фронта факела пламени 6 и способствуют возникновению лавинообразной активации горения. При этом температура смеси резко возрастает (до 1980 K), а для ее снижения дополнительно установлены осевые лопаточные завихрители 10 и 11, которые закручивают продукты сгорания и повышают скорость смешивания потоков воздуха и продуктов сгорания. Такая последовательность процессов позволяет осуществлять быстрое смешение продуктов горения ("замораживание") несгоревшего топлива с оставшейся частью воздуха и организовать вторую стадию сжигания топлива, не повышая температуру свыше 1980 K в зоне горения. Время нахождения активных реагентов топлива в зоне бедного горения с максимальной температурой (1980 K) многократно уменьшается, а вследствие этого снижается концентрация окислов азота и углерода в отработанных газах турбины. При этом скорость истечения потока воздуха через завихритель 11 дополнительно

повышается за счет сужающегося кольцевого канала, образованного внутренней поверхностью стенки 9 и поверхностью 20 тела 17. Газосборник 2, образованный внешней и внутренней кольцевыми стенками, образует внутреннюю кольцевую полость, которая дополнительно увеличивает время нахождения продуктов горения за счет увеличения траектории движения закрученного завихрителями 10 и 11 потока продуктов сгорания, что понижает поле температур на выходе из камеры сгорания, обеспечивая устойчивое горение природного газа, и повышает полноту его сгорания.

Предлагаемая конструкция камеры сгорания обеспечивает устойчивое экономичное горение с пониженной токсичностью выхлопных газов при сжигании природного газа в газотурбинной энергетической установке.

Формула изобретения:

Трубчато-кольцевая камера сгорания газотурбинной энергетической установки, содержащая соединенные с газосборником, скрепленным с внешним и внутренним корпусами и имеющим полость, образованную собственными кольцевыми стенками, жаровые трубы, во внутренней полости каждой из которых ниже по потоку за факелом пламени расположен смеситель, скрепленный со стенкой жаровой трубы и выполненный в виде конусной оболочки, отличающаяся тем, что смеситель скреплен со стенкой жаровой трубы посредством полых стоек, вершина конуса направлена против потока, последний снабжен днищем, в стенке которого и стенках оболочки смесителя выполнены отверстия и щели, а образующая конусной оболочки выполнена прямолинейной или в форме дуг окружности, выпуклая сторона которых направлена к оси жаровой трубы.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

