



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2010103207/06, 18.01.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.01.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
02.07.2007 DE 102007030766.9(43) Дата публикации заявки: **10.08.2011** Бюл. № 22(45) Опубликовано: **27.08.2012** Бюл. № 24(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **EP 1319895 A2, 18.06.2003. EP 0691511
A1, 10.01.1996. EP 1180646 A1, 20.02.2002. US
6109038 A, 29.08.2000. US 5235814 A,
17.08.1983. SU 978658 A1, 30.10.1991.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **02.02.2010**(86) Заявка РСТ:
EP 2008/050550 (18.01.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2009/003729 (08.01.2009)

Адрес для переписки:

**103735, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", пат.пов. И.М.Захаровой, рег.
№ 646**

(72) Автор(ы):

**ДОЙКЕР Эберхард (DE),
ГУЛАТИ Анил (US),
ХЕЙЛОС Андреас (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

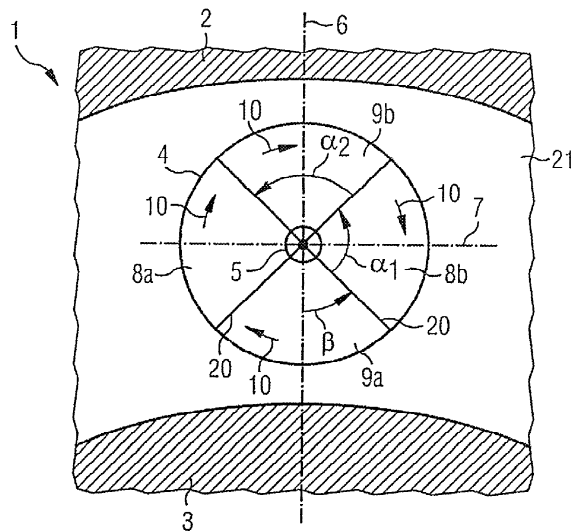
СИМЕНС АКЦИЕНГЕЗЕЛЛЬШАФТ (DE)**(54) ГОРЕЛКА И СПОСОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРЕЛКИ**

(57) Реферат:

Горелка содержит выходное отверстие горелки с, по меньшей мере, двумя секторами. Каждому сектору соответствует, по меньшей мере, одна топливная форсунка, причем имеются, по меньшей мере, два отдельных ведущих к топливным форсункам разных секторов трубопровода для подачи топлива, и имеется устройство регулирования потока массы топлива, текущего через соответствующий трубопровод для подачи топлива. В качестве устройства регулирования потока массы топлива, текущего через

соответствующий трубопровод для подачи топлива, используются расположенные в соответствующем трубопроводе для подачи топлива регулируемые вентили. Вентили регулируются отдельно таким образом, что в режиме полной нагрузки предусмотрена равномерная подача топлива во все сектора так, что возникает однородное распределение температуры. В режиме частичной нагрузки за счет отдельного управления подачей топлива в отдельные сектора горелки в камере сгорания можно создавать более горячие и более холодные зоны, причем более горячие зоны

создаются там, где ожидаются наибольшие эффекты гашения. Кроме того, раскрывается газовая турбина, оснащенная, по меньшей мере, одной горелкой в соответствии с изобретением. Изобретение позволяет расширить рабочий диапазон горелки увеличить возможность ее регулирования. 3 н. и 13 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг. 3

RU 2460018 C2

RU 2460018 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010103207/06, 18.01.2008**

(24) Effective date for property rights:
18.01.2008

Priority:

(30) Convention priority:
02.07.2007 DE 102007030766.9

(43) Application published: **10.08.2011 Bull. 22**

(45) Date of publication: **27.08.2012 Bull. 24**

(85) Commencement of national phase: **02.02.2010**

(86) PCT application:
EP 2008/050550 (18.01.2008)

(87) PCT publication:
WO 2009/003729 (08.01.2009)

Mail address:

**103735, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", pat.pov. I.M.Zakharovoj, reg.
№ 646**

(72) Inventor(s):

**DOJKER Ehberkhard (DE),
GULATI Anil (US),
KhEJLOS Andreas (DE)**

(73) Proprietor(s):

SIMENS AKT&IENGEZELL'ShAFT (DE)

(54) BURNER AND BURNER OPERATING METHOD

(57) Abstract:

FIELD: power industry.
SUBSTANCE: burner includes outlet opening with at least two sectors. At least one fuel atomiser corresponds to each sector; there are at least two separate fuel feed pipelines leading to fuel atomisers of various sectors, and there is control device of fuel mass flow flowing through the appropriate fuel feed pipeline. Adjustable valves located in the corresponding fuel feed pipeline are used as control device of fuel mass flow flowing through the corresponding fuel feed pipeline. Valves are adjusted separately so that in full load mode

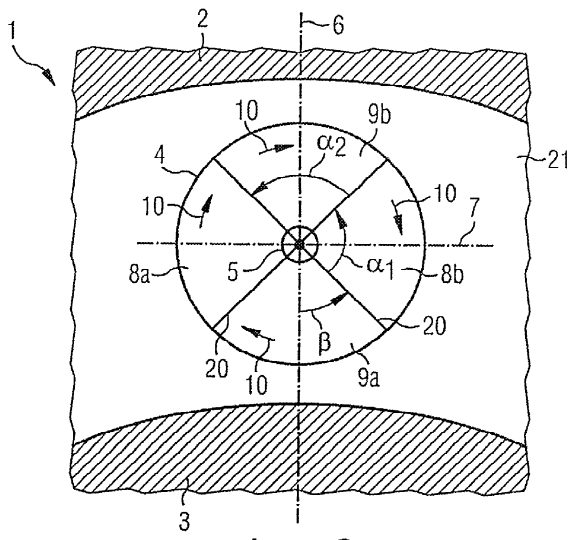
there provided is uniform fuel feed to all sectors so that homogeneous temperature distribution takes place. In partial load mode due to separate fuel feed control to separate sectors of the burner there can be created hotter and colder zones in combustion chamber; at that, hotter zones are created where maximum damping effects are expected. Besides, gas turbine equipped at least with one burner in compliance with the invention is described.

EFFECT: invention allows enlarging working range of burner and improving its adjustment possibility.

16 cl, 6 dwg

RU 2 460 018 C2

RU 2 460 018 C2



Фиг. 3

RU 2460018 C2

RU 2460018 C2

Следующее изобретение относится к способу эксплуатации горелки, к горелке и к газовой турбине со сниженными выбросами CO и NO_x.

5 Существенное требование к современной горелке, в частности к горелке, которая эксплуатируется в составе газовой турбины, состоит в том, чтобы охватывать
возможно больший диапазон мощности при, по возможности, наименьших выбросах. В случае вредных выбросов речь идет, в частности, о выбросах монооксидов
10 углерода (выбросы CO) и оксидов азота (выбросы NO_x). Как правило, мощность горелки практически пропорциональна температуре пламени и потоку массы воздуха. Эксплуатация при низкой мощности означает низкую температуру пламени, причем
выбросы CO существенно увеличиваются. Более того, при этом факел удлиняется, что при охлажденных стенках камеры сгорания приводит к эффекту гашения реакции из-
за охлаждения, вследствие чего также повышаются выбросы CO.

15 В случае газовой турбины это может привести к тому же к термоакустической нестабильности во всем рабочем диапазоне, вследствие чего может нарушиться надежная работа сжигательной установки. Такая термоакустическая нестабильность часто обозначается как «гудение» и может, в частности, возникать в случае традиционной смесительной горелки.

20 Как правило, горелка газовой турбины должна отключаться ниже критического температурного предела, при котором пламя становится нестабильным или выбросы CO становятся слишком высокими. При необходимости требуется эксплуатировать другие ступени горелки, как правило, диффузионные горелки, которые, однако, образуют большие выбросы NO_x.

25 Из EP 1319895 известна горелка с расположенными равномерно вдоль топливопитающего кольца первичными топливными форсунками и расположенными дополнительно в нескольких секторах вторичными топливными форсунками. При этом, первичные топливные форсунки имеют первое питание топливом, а вторичные
30 топливные форсунки - второе питание топливом. Однако индивидуальное питание топливом всех топливных форсунок одного сектора здесь не предусмотрено.

Задачей настоящего изобретения является предложение выгодного способа эксплуатации горелки. Другая задача состоит в предложении выгодной горелки и
35 выгодной газовой турбины.

Эти задачи решаются с помощью способа по пункту 1, горелки по пункту 6 и газовой турбины по пункту 14 формулы изобретения. Зависимые пункты формулы изобретения содержат другие предпочтительные варианты исполнения изобретения.

40 Способ в соответствии с изобретением относится к горелке, которая включает выходное отверстие горелки с, по меньшей мере, двумя секторами, причем каждому сектору соответствует, по меньшей мере, одна топливная форсунка. На топливные форсунки разных секторов топливо подают отдельно. Причем в режиме полной нагрузки предусмотрена равномерная подача топлива во все сектора так, что
45 возникает однородное распределение температуры. В режиме частичной нагрузки за счет отдельного управления подачей топлива в отдельные сектора горелки в камере сгорания можно создавать более горячие и более холодные зоны, причем более горячие зоны создают там, где ожидаются наибольшие эффекты гашения.

Этот способ эксплуатации горелки, в частности, пригоден для эксплуатации
50 горелки газовой турбины. Раздельным подводом топлива к топливным горелкам различных секторов выходного отверстия горелки можно, например, управлять с помощью вентиляей.

С помощью способа в соответствии с изобретением можно обеспечить снижение

выбросов CO и/или NO_x в режиме частичной нагрузки горелки. Например, на топливные форсунки различных секторов выходного отверстия горелки можно подавать топливо в регулируемом соотношении от 0:100 до 100:0, в частности, от 0:100 до 35:65.

5 Обычно горелка расположена в камере сгорания. При этом камера сгорания имеет центральную ось. К тому же горелка имеет радиальное направление и тангенциальное направление по отношению к центральной оси камеры сгорания. Радиальное направление горелки при этом отличается тем, что оно пересекает центральную ось 10 камеры сгорания. Тангенциальное направление горелки является перпендикулярным к радиальному направлению горелки и проходит по касательной к воображаемой окружности вокруг центральной оси камеры сгорания.

Оказалось предпочтительным, когда на топливные форсунки, принадлежащие сектору, расположенному вдоль тангенциального направления горелки, подают 15 меньше топлива, чем на топливные форсунки, принадлежащие сектору, расположенному вдоль радиального направления горелки. Например, на топливные форсунки, принадлежащие сектору, расположенному вдоль тангенциального направления горелки, можно подавать 20% суммарного количества топлива, 20 подаваемого в горелку. В этом случае на топливные форсунки, принадлежащие сектору, расположенному вдоль радиального направления горелки, подают 80% суммарного количества топлива, подаваемого в горелку.

С помощью отдельного управления подачей топлива в отдельные сектора горелки, например, с отдельно регулируемыми вентилями, в режиме частичной 25 загрузки сознательно создаются более горячие и более холодные зоны в камере сгорания. В более горячих зонах возникает меньше монооксида углерода. В частности, более горячие зоны можно создавать там, где ожидается наибольший эффект гашения реакции. Более холодные зоны можно создавать там, где имеется 30 наибольшее время для выгорания, чтобы, несмотря на более холодную температуру, здесь не возникал дополнительный монооксид углерода или возникал только в незначительном количестве. В итоге при неизменных суммарных количествах топлива и таким образом при неизменной мощности уменьшаются суммарно создаваемые выбросы CO.

35 В предельных случаях можно полностью отключить отдельные сектора, вследствие чего в этих секторах не будет возникать монооксид углерода, так как нет топлива. Между тем, другие сектора так горячи, что они почти не создают монооксид углерода. Правда также и в этих случаях всегда имеется переходный слой между горячей и 40 холодной зоной, где возникают выбросы CO.

Благодаря измененному температурному полю при применении способа в соответствии с изобретением и одновременно измененному времени, которое требуется для попадания топлива из отверстия форсунки во фронт пламени, 45 оказывается воздействие на термоакустическое поведение используемой камеры сгорания. Поэтому отдельную подачу топлива в сектора можно также применять для целенаправленного положительного воздействия на термоакустическое поведение.

В режиме полной нагрузки, как правило, стремятся к однородному распределению температуры, так как это означает наименьшую нагрузку на конструктивные 50 элементы и наименьшие выбросы NO_x. В этом случае предпочтительно равномерно снабжать все сектора топливом.

Горелка в соответствии с изобретением включает выходное отверстие горелки с, по меньшей мере, двумя секторами, причем каждому сектору соответствует, по меньшей

мере, одна топливная форсунка. Горелка в соответствии с изобретением имеет, по меньшей мере, два отдельных трубопровода для подачи топлива и устройство для регулировки потока массы топлива. Каждый трубопровод для подачи топлива снабжает топливом топливные форсунки других секторов. В качестве устройства регулирования потока массы топлива, текущего через соответствующий трубопровод для подачи топлива, используются расположенные в соответствующем трубопроводе для подачи топлива регулируемые вентили. Причем вентили регулируются раздельно таким образом, что в режиме полной нагрузки предусмотрена равномерная подача топлива во все сектора так, что возникает однородное распределение температуры. В режиме частичной нагрузки за счет раздельного управления подачей топлива в отдельные сектора горелки в камере сгорания можно создавать более горячие и более холодные зоны, причем более горячие зоны создают там, где ожидаются наибольшие эффекты гашения.

Выходное отверстие горелки может иметь, в частности, круглое поперечное сечение. Топливные форсунки горелки в соответствии с изобретением в этом случае могут, например, располагаться по кольцу относительно центра выходного отверстия горелки. Кроме того, каждой из лежащих напротив друг друга топливных форсунок может соответствовать один и тот же трубопровод для подачи топлива. Далее, разные сектора могут образовывать сектора площади круга выходного отверстия горелки с углами от 70° до 110° . Если, например, имеются четыре сектора одинакового размера, то каждый имеет угол 90° . Топливные форсунки противоположных секторов могут в этом случае соответствовать, в частности, одному и тому же трубопроводу для подачи топлива.

В принципе в случае устройства регулировки текущего через соответствующий трубопровод топлива речь может идти о расположенных в соответствующем трубопроводе для подачи топлива регулируемых вентилях.

С помощью горелки в соответствии с предлагаемым изобретением можно осуществлять способ в соответствии с изобретением, достигая при этом описанные преимущества.

Газовая турбина в соответствии с изобретением включает в себя, по меньшей мере, одну горелку в соответствии с изобретением.

В целом настоящее изобретением позволяет соблюдать заданные пределы выбросов в широком рабочем диапазоне. Кроме того, возможна термоакустически стабильная эксплуатация горелки в широком рабочем диапазоне или при неизменном рабочем диапазоне эксплуатации со сниженными выбросами NO_x . Поэтому изобретение позволяет в целом расширить рабочий диапазон горелки. Кроме того, изобретение позволяет увеличить возможность регулирования горелки, благодаря дополнительной степени свободы при распределении топлива. Так, например, при неизменном суммарном количестве топлива доля топлива дополнительной рабочей ступени может использоваться как регулирующая переменная термоакустического поведения или выбросов в закрытом контуре регулирования.

Далее описываются другие признаки, характеристики и преимущества настоящего изобретения с помощью примеров вариантов исполнения со ссылкой на приложенные фигуры.

На фиг.1 изображена схема газовой турбины в продольном сечении.

На фиг.2 изображена схема камеры сгорания газовой турбины в перспективе.

На фиг.3 изображен разрез части кольцевой камеры сгорания.

На фиг.4 изображены выбросы CO и NO_x горелки в соответствии с изобретением на

различных рабочих ступенях.

На фиг.5 изображены выбросы CO и NO_x альтернативного варианта исполнения горелки в соответствии с изобретением на различных рабочих ступенях.

5 На фиг.6 изображены выбросы CO в зависимости от температуры пламени для различных горелок.

На фиг.1 изображен пример газовой турбины 100 в продольном сечении.

Газовая турбина 100 имеет внутри вращающийся на опоре вокруг оси 102 вращения ротор 103 с валом, который также называется ротором турбины.

10 Вдоль ротора 103 следуют друг за другом корпус 104 воздухозаборника, компрессор 105, например тороидальная камера 110 сгорания, в частности кольцевая камера сгорания с несколькими концентрически расположенными горелками 107, турбиной 108 и корпусом 109 отработавших газов.

15 Кольцевая камера 110 сгорания сообщается с, например, кольцевым каналом 111 горячих газов. Здесь образуются, например, четыре включенные друг за другом ступени 112 турбины 108.

Каждая ступень 112 турбины состоит из двух колец лопаток. По направлению потока рабочего вещества 115 в канале 111 горячих газов за рядом 115 направляющих лопаток следует ряд 125, образованный рабочими лопатками.

20 Направляющие лопатки 130 при этом закреплены на внутреннем корпусе 138 статора 143, в то время как рабочие лопатки 120 ряда 125 закреплены на роторе 103, например, с помощью диска 133 турбины.

К ротору 103 присоединен генератор или рабочая машина (не изображены).

25 Во время работы газовой турбины 100 воздух 135 засасывают и сжимают с помощью компрессора 105 через корпус 104 воздухозаборника. Создаваемый на конце компрессора 105, обращенном к турбине, сжатый воздух подают в горелку 107 и там смешивают с горючим веществом. Затем смесь с образованием рабочего вещества 113 сжигают в камере 110 сгорания. Оттуда рабочее вещество 113 течет по каналу 111 горячих газов мимо несущих лопаток 130 и рабочих лопаток 120. На рабочих лопатках 120 рабочее вещество 113 расширяется, передавая импульс, так, что рабочие лопатки 120 приводят в движение ротор 130 и подключенную к нему рабочую машину.

35 Конструктивные элементы, подверженные действию горячего рабочего вещества 113, испытывают при работе газовой турбины 100 термические нагрузки. Направляющие лопатки 130 и рабочие лопатки 120 первой ступени 112 турбины по направлению потока рабочего вещества 113 подвергаются наиболее значительным термическим нагрузкам вблизи от покрывающих кольцевую камеру 110 сгорания теплозащитных экранирующих элементов 106. Чтобы устоять под действием преобладающих там температур, их можно охлаждать с помощью охлаждающего вещества.

45 На фиг.2 изображена камера 110 сгорания газовой турбины. Камера 110 сгорания выполнена, например, в виде так называемой кольцевой камеры сгорания, в которой множество горелок 107, расположенных по окружности вокруг оси 102 вращения, открываются в общее пространство камеры сгорания и создают пламя.

Для этого камера 110 сгорания в совокупности выполнена как кольцевая структура, расположенная вокруг оси 102 вращения.

50 Для обеспечения сравнительно высокой эффективности камера 110 сгорания выполнена для сравнительно высокой температуры рабочего вещества M от 1000°C до 1600°C. Для обеспечения сравнительно длительного срока эксплуатации даже при таких неблагоприятных для материалов рабочих параметров стенка 153 камеры

сгорания на стороне, обращенной к рабочему веществу М, оснащена внутренней обшивкой из теплозащитных экранирующих элементов 155.

На фиг.3 показан разрез части кольцевой камеры 1 сгорания в соответствии с изобретением с передней стенкой 21, внешней стенкой 2 и внутренней стенкой 3. Как
5 внешняя стенка 2, так и внутренняя стенка 3 охлаждаются. Тем самым при работе камеры сгорания создается риск возникновения так называемого эффекта гашения. В передней стенке 21 кольцевой камеры 1 сгорания расположены горелки 107. На фиг.3 показан вид сверху выхода 4 горелки или выходного отверстия одной из горелок 107.
10 Выход 4 горелки имеет круглое поперечное сечение. Направление 5 потока горячих газов в показанном примере перпендикулярно плоскости изображения.

В изображенной на фиг.3 горелке 107 речь идет о горелке предварительного смешивания, в которой перед сжиганием топливо с воздухом смешивают в
15 топливовоздушную смесь с помощью завихрителя. Направление полученного при этом вихря обозначено стрелкой 10 на фиг.3. Изображенная на фиг.3 горелка 107 в соответствии с изобретением включает в себя сектора 8а, 8b и 9а, 9b. Эти сектора представляют сектора площади поперечного сечения выхода 4 горелки, причем каждый сектор составляет четверть площади поперечного сечения. Сектора 8а и 8b
20 или 9а и 9b расположены соответственно напротив друг друга.

В изображенном на фиг.3 примере противоположные друг другу сектора 9а и 9b расположены вдоль радиального направления 6. Таким образом, сектора 9а и 9b находятся вблизи от внешней стенки 2 или внутренней стенки 3. Оба сектора 8а и 8b
25 расположены вдоль тангенциального направления 7. Как оба сектора 8а и 8b, так и оба сектора 9а и 9b образует соответственно по одному квадранту.

Имеется радиальное направление 6, перпендикулярное не изображенной на фиг.3 продольной оси кольцевой камеры сгорания и пересекающее эту продольную ось. Перпендикулярно этому радиальному направлению 6 через центр выхода 4 камеры
30 сгорания проходит тангенциальное направление 7.

На фиг.3 сектора 8а, 8b и 9а, 9b горелки 107 расположены так, что одна из границ 20
между секторами 8а, 8b и 9а, 9b расположена по отношению к радиальному направлению 6 под углом $\beta=45^\circ$ поворота вокруг центра выхода 4 горелки. Кроме того, при этом сектора 8 и 9 расположены под углами $\alpha_1=\alpha_2=90^\circ$ относительно друг
35 друга. При этом угол α_1 обозначает часть площади поперечного сечения выхода горелки 4, которая покрывается одной из двух частей зоны, соответствующей сектору 8. Угол α_1 обозначает часть площади поперечного сечения выхода горелки 4, который покрывается одной из двух частей зоны, соответствующей сектору 9.
40 Альтернативно изображенному на фиг.3 примеру углы α_1 и α_2 могут иметь любые другие значения, например, $360^\circ/n$, если должно существовать n секторов одинакового размера. Сектора могут образовывать, однако, также и сектора площади поперечного сечения выходного отверстия горелки разного размера. В этом случае было бы справедливо неравенство $\alpha_1 \neq \alpha_2$. Это предпочтительно, если углы составляют от 70°
45 до 110° .

Горелка 107, выход 4 которой изображен на фиг.3, включает в себя множество топливных форсунок. Они не обозначены на фиг.3. Топливные форсунки
50 расположены предпочтительно кольцеобразно относительно центра выходного отверстия 4 горелки, причем каждому сектору 8а, 8b, 9а, 9b соответствует, по меньшей мере, одна топливная форсунка. Кроме того, горелка 107 имеет два отдельных трубопровода для подачи топлива, один из которых подает топливо на топливные форсунки секторов 8а и 8b, в то время как другой подает топливо на топливные

форсунки секторов 9а и 9б. Каждый трубопровод для подачи топлива оснащен устройством регулирования топлива, текущего через соответствующий трубопровод. В случае такого устройства предпочтительно речь идет о регулируемом вентиле.

5 Для каждой мощности можно настроить оптимальное соотношение топлива между секторами 8а и 8б с одной стороны и секторами 9а и 9б с другой стороны, которое будет обеспечивать наибольшее уменьшение эффекта гашения. В режиме полной нагрузки стремятся к равномерной подаче топлива в сектора 8а, 8б и 9а, 9б. При наличии секторов одинакового размера это соответствует распределению топлива в
10 соотношении 50:50 по секторам 8а и 8б с одной стороны и секторам 9а и 9б с другой стороны.

В режиме частичной нагрузки общее количество подаваемого топлива уменьшается по сравнению с режимом полной нагрузки, что, как было упомянуто в начале, может приводить к более значительным выбросам и снижению термоакустической
15 стабильности. Небольшое смещение соотношения распределения топлива по секторам 8а, 8б и 9а, 9б может положительно воздействовать на термоакустическую стабильность горелки 107 в режиме частичной нагрузки, а также на выбросы.

В принципе в соответствии с изобретением могут быть выполнены несколько или
20 все горелки 107 кольцевой камеры 1 сгорания, т.е. несколько секторов включают отдельные трубопроводы для подачи топлива.

На фиг.4 показаны выбросы монооксида углерода и оксида азота в зависимости от соотношения подачи топлива в отдельные сектора на фиг.3. В центре фиг.4 для начала схематически показано расположение секторов исследуемой горелки 107 относительно
25 радиального направления 6. Исследуемая горелка 107 имеет выход 4 горелки с круглым поперечным сечением, разделенный на 4 сектора 8а, 8б, 9а, 9б, как уже было описано для фиг.3. Сектора 8а и 8б обозначены буквой А и расположены вдоль тангенциального направления 7. Сектора 9а и 9б обозначены буквой В и расположены
30 вдоль радиального направления 6. Границы 20 секторов расположены относительно радиального направления 6, как показано на фиг.3. Обозначенным буквами А и В секторам соответствуют отдельные трубопроводы для подачи топлива.

На оси Х графика, представленного на фиг.4, поток m_A массы топлива, подаваемый в сектора А представлен в процентах по отношению к суммарно подаваемому в
35 горелку 107 потоку массы топлива, т.е. к сумме (m_A+m_B) потоков массы топлива, подаваемых на сектора А и В. В зависимости от этого кривая 11 показывает выбросы СО при 15%-ом содержании кислорода в используемой топливовоздушной смеси. Выбросы СО при этом приведены в произвольных единицах. Кривая 11 показывает,
40 что выбросы СО наименьшие, когда топливо подают только в сектора В. Пока топливо подают также в сектора А, возникающие выбросы СО непрерывно нарастают до максимума. Выбросы СО достигают своего максимума, когда в сектора А подают примерно 60% всего подаваемого в горелку 107 топлива. Когда на сектора А подают более 60% суммарного потока топлива, подаваемого в горелку 107, то хотя
45 возникающие выбросы СО немного снижаются, однако они не падают ниже значения, достигаемого при равномерном распределении потока массы топлива по секторам А и В.

Кривая 12 показывает выбросы NO_x горелки 107 при 15%-ом содержании кислорода в топливовоздушной смеси в зависимости от распределения топлива по секторам А и В. Единицы для выбросов NO_x снова выбраны произвольно. Кривая 12 показывает ваннообразный процесс. Согласно этому выбросы оксидов азота минимальны, когда
50 доля подаваемого в сектора А топлива составляет от 30% до 60% суммарного

количества топлива, подаваемого в горелку 107. Возникающие выбросы оксидов азота непрерывно нарастают при значениях ниже 30% и выше 60%, причем максимум выбросов оксидов азота достигается тогда, когда топливо подают исключительно на сектора А.

5 Когда необходимо минимизировать как выбросы монооксида углерода, так и оксидов азота, из кривых 11 и 12 фиг.4 следует, что доля подаваемого на сектора А топлива должны составлять от 15% до 30% суммарного количества топлива, подаваемого в горелку 107.

10 На фиг.5 показаны выбросы монооксида углерода и оксидов азота в зависимости от распределения топлива по секторам А и В для альтернативного расположения секторов А и В. На фиг.5 слева внизу изображено рассматриваемое распределение секторов А и В относительно радиального направления 6 и тангенциального направления 7. Здесь видно, что границы 20 между секторами А и В проходят параллельно радиальному направлению 6 или параллельно тангенциальному направлению 7. Это соответствует углу β , равному 0° . Это означает, что можно рассматривать сектора А или В относительно их расстояния от внешней стенки 2 или внутренней стенки 3 как равноценные.

15 На оси X графика, представленного на фиг.5, поток m_A массы топлива, подаваемый в сектора А, снова приведен в процентах по отношению к суммарно подаваемому на горелку 107 потоку (m_A+m_B) массы топлива. В зависимости от этого на кривой 13 показаны возникающие выбросы CO, а на кривой 14 - возникающие выбросы NO_x соответственно при 15%-ом содержании кислорода в используемой топливовоздушной смеси в произвольных единицах. На кривой 13 видно, что выбросы монооксида углерода наименьшие, когда все топливо подают на сектор А. Тем не менее, в этом случае выбросы оксидов азота достигают своего максимума, что видно на кривой 14. В совокупности на кривых 13, 14 показано, что даже при изображенном на фиг.5 распределении секторов А и В существует зависимость возникающих выбросов монооксида углерода и оксидов азота от распределения топлива по разным секторам А и В, и что благодаря подходящему распределению потока массы топлива по секторам А и В можно оказывать воздействие на выбросы.

20 На фиг.6 изображена зависимость выбросов монооксида углерода от нормированной температуры пламени для традиционной горелки, горелки в соответствии с изобретением, используемой как традиционная горелка, т.е. горелки в соответствии с изобретением, которую эксплуатируют с соотношением 50:50 распределения топлива по секторам А и В; горелки в соответствии с изобретением с описанным согласно фиг.4 расположением секторов; а также горелки в соответствии с изобретением с описанным согласно фиг.5 расположением секторов. На оси X представлена нормированная температура пламени. На оси Y представлены выбросы CO при 15%-ом содержании кислорода в используемой топливовоздушной смеси в ppm (частях на тысячу).

25 На кривой 15 изображена зависимость выбросов монооксида углерода от температуры пламени для горелки в соответствии с изобретением, в которой отдельные сектора расположены, как описано на фиг.3 и 4, причем топливо подают исключительно на сектора В. На кривой 16 изображена зависимость для горелки в соответствии с изобретением, в которой отдельные сектора расположены, как описано на фиг.5, причем топливо подают исключительно на сектора А.

30 Обозначенные на фиг.6 с помощью треугольников 19 точки замера соответствуют значениям, которые были получены для горелки в соответствии с изобретением, в

которой подаваемое топливо равномерно распределяют по секторам А и В. Обозначенные с помощью ромбов 18 точки замера соответствуют выбросам монооксида углерода, которые возникают при работе традиционной горелки. В представленном примере в случае традиционной горелки речь идет о горелке без описанных секторов. Как при работе традиционной горелки, так и при подаче топлива, равномерно распределенного по отдельным секторам, в горелку в соответствии с изобретением измеренные выбросы монооксида углерода хорошо воспроизводятся с помощью кривой 17.

Все три кривые 15, 16, 17 отличаются тем, что возникающие выбросы монооксида углерода при нарастающей температуре пламени непрерывно снижаются. Однако значения выброса СО для кривой 15 при определенной температуре пламени лежат ниже значений выброса СО для кривой 16 и ниже значений выброса СО для кривой 17. Значения выброса СО для кривой 16 тоже лежат ниже значений выброса СО для кривой 17. Таким образом, представленный на кривой 15 режим работы горелки в соответствии с изобретением позволяет эксплуатировать горелку при более низкой температуре пламени при одновременно сниженных выбросах монооксида углерода по сравнению с представленными на кривых 16 и 17 горелками или режимами работы.

В целом, вследствие этого описанное расположение векторов А и В согласно фиг.3 и 4 в горелке 107 в соответствии с изобретением представляет собой предпочтительный вариант исполнения изобретения, причем предпочтительно в режиме частичной нагрузки, по меньшей мере, 70% всего подаваемого в горелку 107 топлива подают в сектора В. В этом предпочтительном варианте исполнения снижаются эффекты гашения и обеспечивается стабильная работа горелки 107 при относительно низкой температуре пламени. Одновременно, несмотря на такую низкую температуру пламени, не генерируется дополнительно монооксид углерода или генерируется только незначительное его количество по сравнению с режимом полной нагрузки. В случае, когда нужно одновременно минимизировать выбросы оксидов азота и монооксида углерода, предпочтительно, когда на сектора В подают от 70% до 80% подаваемого на горелку 107 топлива. В результате, таким образом, при неизменном суммарном количестве топлива и тем самым при неизменной мощности снижаются выбросы монооксида углерода.

Формула изобретения

1. Способ эксплуатации горелки (107), которая включает в себя выходное отверстие (4) горелки с, по меньшей мере, двумя секторами (8a, 8b, 9a, 9b), причем каждому сектору (8a, 8b, 9a, 9b) соответствует, по меньшей мере, одна топливная форсунка, причем топливо подают отдельно на топливные форсунки разных секторов (8a, 8b, 9a, 9b), отличающийся тем, что в режиме полной нагрузки предусмотрена равномерная подача топлива во все сектора (8a, 8b, 9a, 9b) так, что возникает однородное распределение температуры, и в режиме частичной нагрузки за счет раздельного управления подачей топлива в отдельные сектора горелки в камере сгорания можно создавать более горячие и более холодные зоны, причем более горячие зоны создают там, где ожидаются наибольшие эффекты гашения.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на топливные форсунки разных секторов (8a, 8b, 9a, 9b) подают топливо в соотношении от 0:100 до 100:0.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что на топливные форсунки разных секторов (8, 9) подают топливо в соотношении от 100:0 до 35:65.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что горелка расположена в

камере (1) сгорания, которая имеет центральную ось, и горелка имеет радиальное направление (6) и тангенциальное направление (7) относительно центральной оси камеры (1) сгорания, и на топливные форсунки, соответствующие сектору (8а, 8b), расположенному вдоль тангенциального направления (7) горелки, подают меньше топлива, чем на топливные форсунки, соответствующие сектору (9а, 9b), расположенному вдоль радиального направления (6) горелки.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что на топливные форсунки, соответствующие сектору (8а, 8b), расположенному вдоль тангенциального направления горелки, подают 20% подаваемого суммарно в горелку количества топлива, и на топливные форсунки, соответствующие сектору (9а, 9b), расположенному вдоль радиального направления (6) горелки, подают 80% подаваемого суммарно в горелку количества топлива.

6. Горелка (107), содержащая выходное отверстие (4) горелки с, по меньшей мере, двумя секторами (8а, 8b, 9а, 9b), причем каждому сектору (8а, 8b, 9а, 9b) соответствует, по меньшей мере, одна топливная форсунка, причем имеются, по меньшей мере, два отдельных ведущих к топливным форсункам разных секторов (8а, 8b, 9а, 9b) трубопровода для подачи топлива, и имеется устройство регулирования потока массы топлива, текущего через соответствующий трубопровод для подачи топлива, отличающаяся тем, что в качестве устройства регулирования потока массы топлива, текущего через соответствующий трубопровод для подачи топлива, используются расположенные в соответствующем трубопроводе для подачи топлива регулируемые вентили, причем вентили регулируются отдельно таким образом, что в режиме полной нагрузки предусмотрена равномерная подача топлива во все сектора (8а, 8b, 9а, 9b) так, что возникает однородное распределение температуры, и в режиме частичной нагрузки за счет отдельного управления подачей топлива в отдельные сектора горелки в камере сгорания можно создавать более горячие и более холодные зоны, причем более горячие зоны создаются там, где ожидаются наибольшие эффекты гашения.

7. Горелка (107) по п.6, отличающаяся тем, что выходное отверстие (4) горелки имеет круглое поперечное сечение.

8. Горелка (107) по п.6 или 7, отличающаяся тем, что топливные форсунки расположены кольцеобразно относительно центра выходного отверстия (4) горелки.

9. Горелка (107) по п.8, отличающаяся тем, что топливные форсунки, расположенные напротив друг друга, соответствуют одному и тому же трубопроводу для подачи топлива соответственно.

10. Горелка (107) по любому из пп.6, 7 или 9, отличающаяся тем, что разные сектора (8а, 8b, 9а, 9b) представляют собой круговые сектора с углами от 70° до 110°.

11. Горелка (107) по п.8, отличающаяся тем, что разные сектора (8а, 8b, 9а, 9b) представляют собой круговые сектора с углами от 70° до 110°.

12. Горелка (107) по п.10, отличающаяся тем, что разные сектора (8а, 8b, 9а, 9b) представляют собой круговые сектора с углом 90°.

13. Горелка (107) по п.11, отличающаяся тем, что разные сектора (8а, 8b, 9а, 9b) представляют собой круговые сектора с углом 90°.

14. Горелка (107) по п.10, отличающаяся тем, что топливные форсунки противоположных круговых секторов соответствуют одному и тому же трубопроводу для подачи топлива.

15. Горелка (107) по любому из пп.11-13, отличающаяся тем, что топливные форсунки противоположных круговых секторов соответствуют одному и тому же

трубопроводу для подачи топлива.

16. Газовая турбина, включающая, по меньшей мере, одну горелку по любому из пп.6-15.

5

10

15

20

25

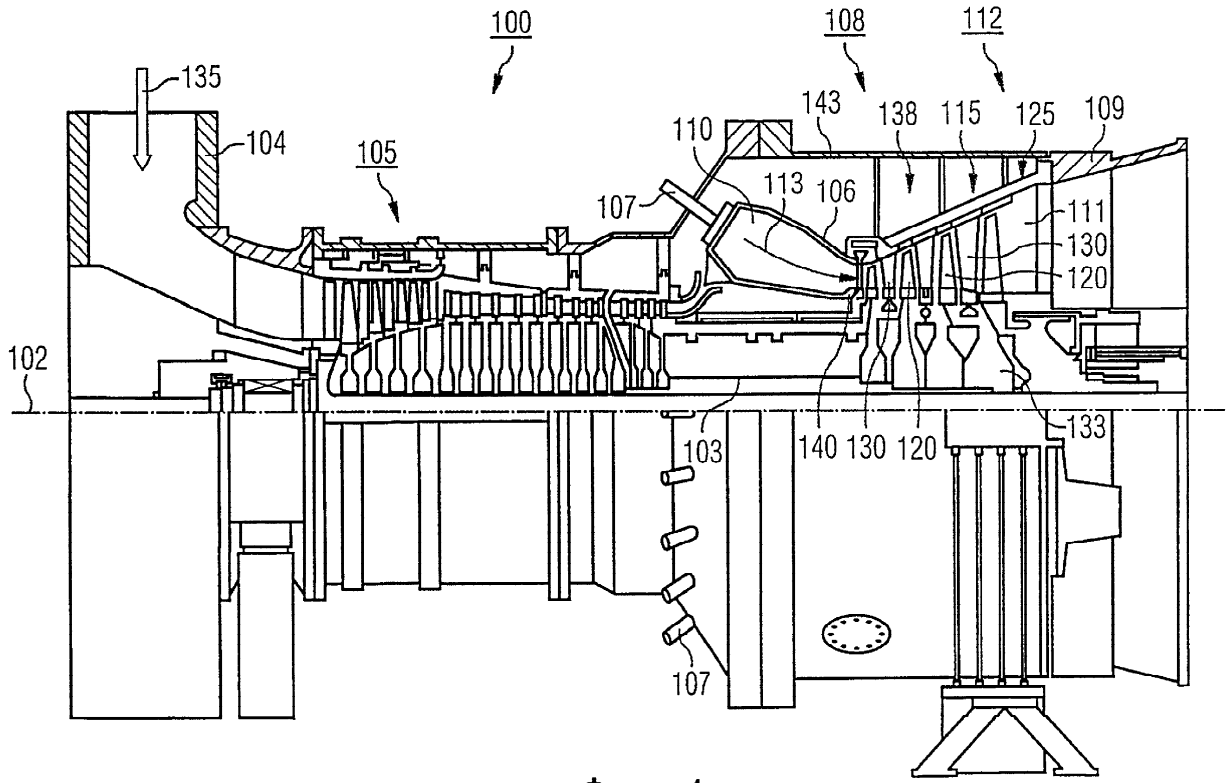
30

35

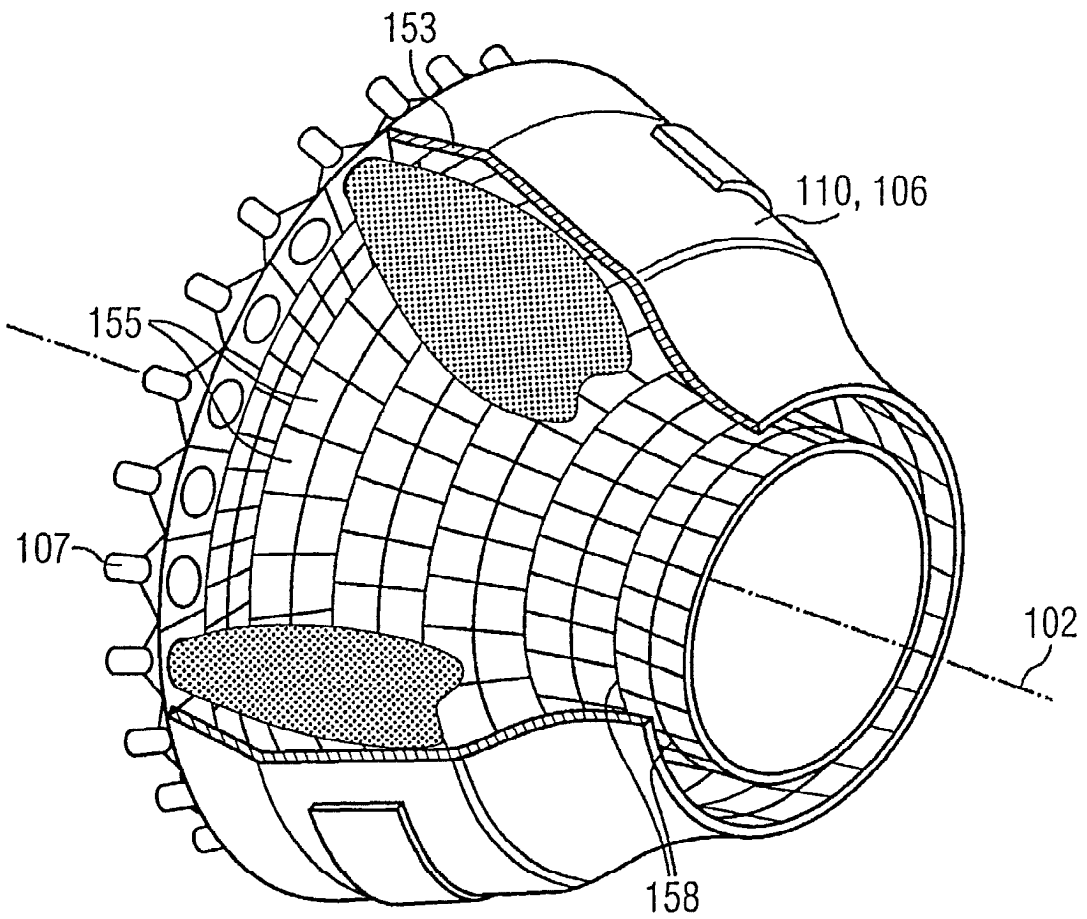
40

45

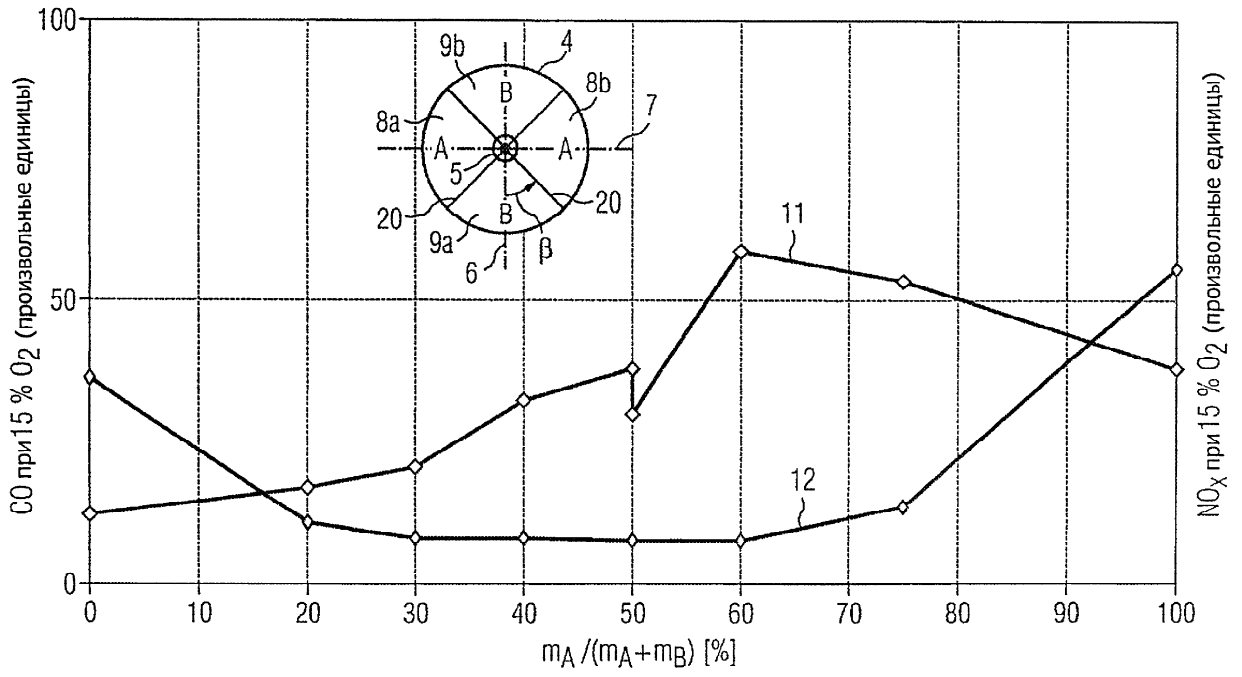
50



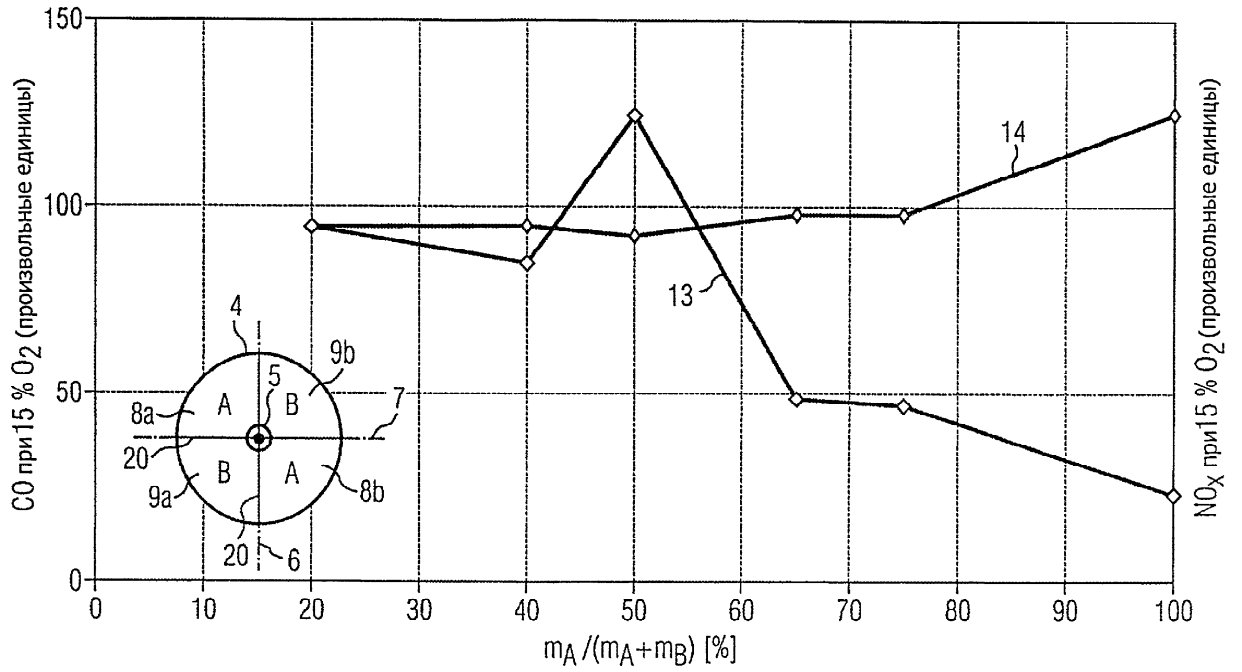
ФИГ. 1



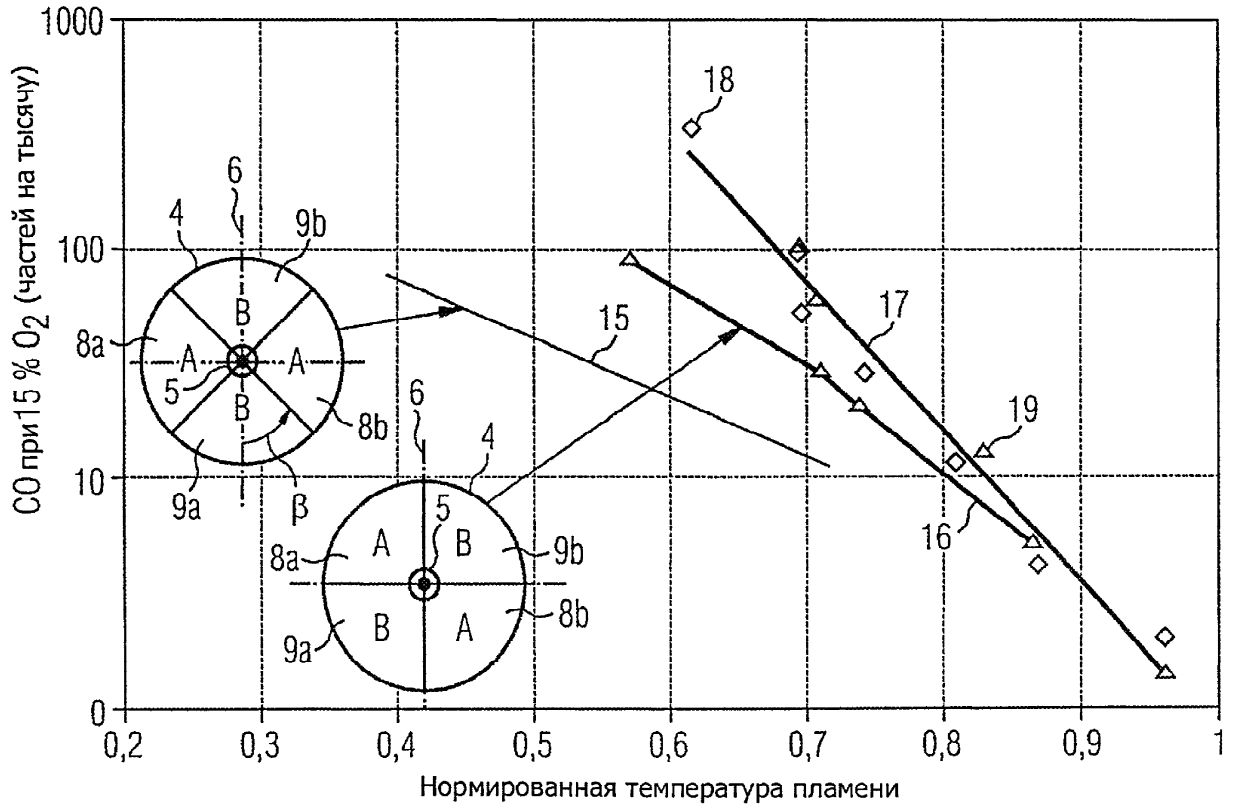
ФИГ. 2



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6