(19) **RU** (11) **2 142 566** (13) **C1**

(51) МПК[6] **F 02 C 3/20, F 23 R 3/40**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98100425/06, 11.06.1996

(24) Дата начала действия патента: 11.06.1996

(30) Приоритет: 12.06.1995 DE 19521308.4

(46) Дата публикации: 10.12.1999

(56) Ссылки: JP 61053425 A, 29.07.86. US 5048284 A, 17.09.91. US 4185456 A, 29.01.80. GB 2196392 A, 27.04.80. SU 535422 A, 29.08.77. RU 2015380 C1, 30.06.94.

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: 12.01.98

(86) Заявка PCT:
DE 96/01018 (11.06.96)

(87) Публикация PCT:
WO 96/41990 (27.12.96)

(98) Адрес для переписки:
103735, Москва, ул.Ильинка, 5/2, Союзпатент, Высоцкой Н.Н.

(71) Заявитель:
Сименс Акциенгезелльшафт (DE)

(72) Изобретатель: **Эрих Хумс (DE), Николас Фортмейер (DE)**

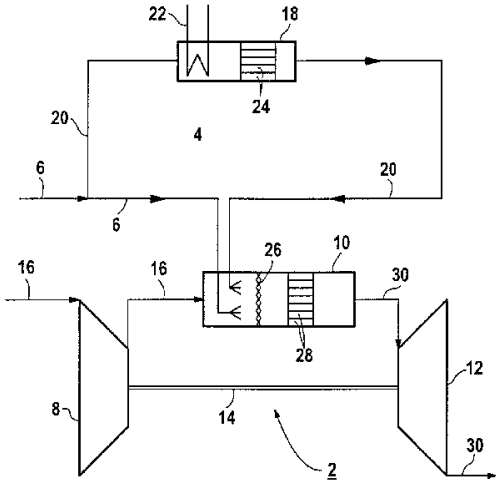
(73) Патентообладатель:
Сименс Акциенгезелльшафт (DE)

RU 2142566 C1

(54) ГАЗОВАЯ ТУРБИНА ДЛЯ СЖИГАНИЯ ГОРЮЧЕГО ГАЗА

(57) Реферат:

Газовая турбина для сжигания горючего газа имеет систему трубопроводов, выполненную таким образом, что часть горючего газа отводится, направляется через каталитическую ступень предварительного формирования для преобразования содержащегося в горючем газе углеводорода в спирт и/или альдегид и затем подводится к горючему газу для снижения его температуры воспламенения. Такое осуществление изобретения приводит к тому, что в ступени предварительного формирования из горючего газа получают сравнительно легковоспламеняемые вещества спирт и/или альдегид. Смешанный с этими веществами горючий газ поэтому воспламеняется при значительно более низкой температуре воспламенения, чем горючий газ без предварительно сформированных компонентов. 4 з.п.ф-лы, 1 ил.



RU 2142566 C1

(19) **RU** (11) **2 142 566** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[6] **F 02 C 3/20, F 23 R 3/40**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 98100425/06, 11.06.1996

(24) Effective date for property rights: 11.06.1996

(30) Priority: 12.06.1995 DE 19521308.4

(46) Date of publication: 10.12.1999

(85) Commencement of national phase: 12.01.98

(86) PCT application:
DE 96/01018 (11.06.96)

(87) PCT publication:
WO 96/41990 (27.12.96)

(98) Mail address:
103735, Moskva, ul.Il'inka, 5/2,
Sojuzpatent, Vysotskoj N.N.

(71) Applicant:
Simens Aktsiengezell'shaft (DE)

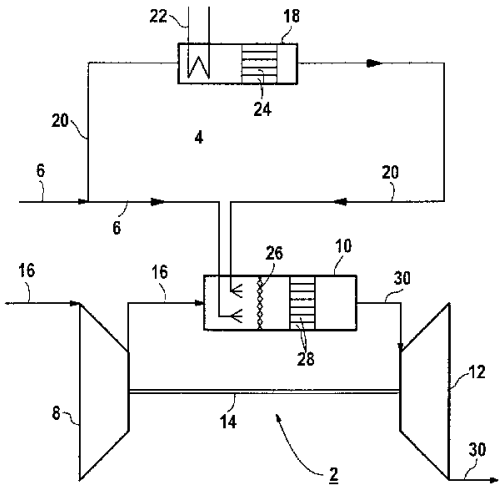
(72) Inventor: Ehrikh Khums (DE),
Nikolas Fortmejer (DE)

(73) Proprietor:
Simens Aktsiengezell'shaft (DE)

(54) GAS TURBINE FOR BURNING COMBUSTIBLE GAS

(57) Abstract:

FIELD: gas turbines. SUBSTANCE: gas turbine has a number of pipelines arranged so that part of combustible gas is branched off and passed through pre-forming catalytic stage for converting hydrocarbon contained in it to alcohol and/or aldehyde; then it is brought to combustible gas to reduce its ignition temperature. In this way, rather easily inflammable materials (alcohol and/or aldehyde) can be produced in pre- formation stage. Combustible gas is mixed up with these materials which reduces its ignition point compared with that not passed through pre-forming stage. EFFECT: reduced ignition temperature of combustible gas. 5 cl, 1 dwg



RU 2142566 C1

RU 2142566 C1

Изобретение относится к газовой турбине для сжигания горючего газа.

Газовая турбина обычно состоит из компрессорной части, горелочной части и турбинной части. Компрессорная часть и турбинная часть обычно расположены на одном общем валу, который одновременно приводит в действие генератор для производства электроэнергии. В компрессорной части подогретый свежий воздух сжимают до необходимого в горелочной части давления. В горелочной части сжатый и подогретый свежий воздух сжигают с топливом, например природным газом или нефтью. Горячий отходящий газ горелки подводят к турбинной части и там расширяют.

Детальную информацию о конструкции и применении газовых турбин дает фирменное описание "Gasturbines and Gasturbine Power Plants" Сименс АГ, май 1994, номер заказа A 96001-U 124-V 1-7600.

При сжигании сжатого и подогретого свежего воздуха с горючим газом в качестве особенно нежелательных продуктов сгорания возникают также окислы азота NO_x. Эти окислы азота наряду с двуокисью серы считаются главной причиной кислых дождей, представляющих собой проблему для окружающей среды. Поэтому, а также в связи со строгими предусмотренными законом граничными значениями для выброса NO_x стремятся поддерживать выброс NO_x газовой турбины особенно малым, не оказывая при этом существенного влияния на мощность газовой турбины.

Так, например, снижение температуры пламени в горелочной части действует в сторону уменьшения содержания окислов азота. При этом к горючему газу или к сжатому и подогретому свежему воздуху добавляют водяной пар или впрыскивают воду в камеру сгорания. Такие мероприятия, которые сами по себе уменьшают выброс окислов азота газовой турбины, обозначают как первичные мероприятия для уменьшения содержания окислов азота.

Соответственно в качестве вторичных мероприятий обозначают все мероприятия, при которых за счет дополнительных мероприятий уменьшается содержание окислов азота в отходящем газе газовой турбины или также в принципе - процесса сжигания.

Для этого во всем мире получил распространение способ селективного каталитического восстановления (СКВ), при котором окислы азота вместе с восстановителем, в большинстве случаев аммиаком, приводят в контакт на катализаторе и образуют при этом азот и воду. С использованием этой технологии поэтому неизбежно связан расход восстановителя. Расположенные в канале отходящего газа катализаторы для уменьшения содержания окислов азота естественно вызывают падение давления в канале отходящего газа, которое влечет за собой уменьшение мощности турбины. Уже падение мощности в несколько промилле при мощности газовой турбины, например, 150 МВт и продажной цене тока примерно 0,15 нем. марки/киловатт-час оказывает существенное влияние на достигаемый таким устройством результат.

Более новые рассуждения относительно выполнения горелочной части идут в том направлении, что обычно применяемые диффузионные горелки или стабилизированные относительно завихрений горелки с предварительным смешиванием заменяются каталитической камерой сгорания. С каталитической камерой сгорания достигаются более низкие эмиссии окислов азота, чем это является возможным с вышеназванными типами горелок. Таким образом могут быть преодолены известные недостатки способа СКВ (высокие объемы катализатора, расход восстановителя, высокая потеря давления).

Недостатком каталитической камеры сгорания, а также и обычной камеры сгорания является необходимость для сжигания температуры воспламенения, которая в случае применения природного газа имеет значение порядка 400 °C. Этот факт сильно ограничивает рабочую область камеры сгорания в газовой турбине и делает необходимым использование вспомогательной горелки, которая естественно представляет собой источник окислов азота.

При этом по US-патенту N 5048284 необходимо отделять часть горючего газа от остального горючего газа и направлять через установку каталитического риформинга. При этом согласно процессу риформинга метан и вода находятся в равновесии с водородом и окисью углерода так, что часть метана переводится в водород. При этом горючий газ представляет собой или метан, или более высокий алкан, который распадается на метан. Горючий риформинг-газ в заключение снова подводят к горючему газу, причем к снижению температуры воспламенения ведет исключительно водород. Кроме того, скорость реакции этого процесса риформинга является относительно малой.

В основе изобретения поэтому лежит задача также за счет снижения температуры воспламенения и без использования вспомогательной горелки еще более улучшить каталитическое преобразование подведенной через каталитическую ступень части горючего газа.

Эта задача решается согласно изобретению за счет того, что предусмотрена газовая турбина для сжигания горючего газа, в которой система трубопроводов выполнена так, что часть горючего газа отводится, направляется через каталитическую ступень и в заключение снова подводится к горючему газу для снижения его температуры воспламенения, причем каталитическая ступень является ступенью предварительного формирования, которая охватывает катализаторную установку, предусмотренную для преобразования содержащегося в горючем газе углеводорода в спирт и/или альдегид.

Таким образом, отведенный частичный поток топлива в ходе операции предварительного формирования в противоположность к процессу риформинга разлагается на легкогорючие вещества: спирт и/или альдегид. При этом за счет неизбежных побочных реакций образуются также другие вещества, например водород. Предварительно сформированный частичный поток горючего газа снова подводится к

RU 2142566 C1

RU 2142566 C1

остальному потоку горючего газа так, что таким образом полученная смесь имеет более низко лежащую температуру воспламенения, чем это имеет место в случае первоначального горючего газа, например природного газа. Названные частично окисленные соединения спирт и альдегид приводят при этом наряду с водородом дополнительно к снижению температуры воспламенения и тем самым к улучшенному по сравнению с уровнем техники восстановлению окислов азота в отходящем газе газовой турбины. Под подводом этого предварительно сформированного частичного потока горючего газа для снижения температуры воспламенения горючего газа понимается, с одной стороны, что предварительно сформированный частичный поток горючего газа сначала подводят к горючему газу и потом смешивают с воздухом компрессора. С другой стороны, однако, может быть также предусмотрено, что предварительно сформированный частичный поток горючего газа подводят к газовой смеси, которая состоит из воздуха компрессора и остального частичного потока горючего газа. Полученные таким образом легковоспламеняемые газовые смеси в зависимости от количества отведенного и затем предварительно сформированного частичного потока горючего газа имеют температуру воспламенения в области от 200 до 350°C.

Для особенно хорошего предварительного формирования отведенного частичного потока горючего газа может быть предусмотрено, что ступень предварительного формирования в направлении течения частичного потока горючего газа содержит подогревательное устройство для частичного потока горючего газа. Подогревательное устройство может быть предусмотрено, в частности, тогда, когда частичный поток горючего газа поступает в ступень предварительного формирования неподогретым. Выгодная для последующего предварительного формирования в катализаторной установке температура частичного потока горючего газа на входе катализаторной установки может лежать примерно при 100°C.

Относительно катализаторной установки для превращения углеводородов в спирты и/или альдегиды является особенно выгодным, если катализаторная установка содержит сотовый или пластинчатый катализатор, который в основном состоит из диоксида титана TiO_2 и содержит по крайней мере один оксид переходного металла и/или по крайней мере один благородный металл. Под оксидами переходных металлов понимают в основном оксиды ряда 3d и ряда 4f (лантаниды, редкоземельные металлы) периодической системы элементов. Подходящими благородными металлами являются, в частности, родий, иридий, палладий, платина. Пригодными являются, в частности, оксид молибдена, оксид вольфрама, оксид ванадия, оксид хрома, оксид железа, оксид церия, оксид марганца, оксид никеля и оксид кобальта. Далее могут использоваться еще оксиды металлов шпинельной формы вышеназванных металлов и оксиды металлов.

Особенно выгодное с технологической точки зрения решение предусматривает, что отводят максимально 25 об.% горючего газа и затем направляют через ступень предварительного формирования. Это ограничение определяет предпочтительную область, в которой расходы (объемы катализатора) взаимно уравновешены по сравнению с пользой (каталитическое снижение температуры воспламенения).

Примеры выполнения изобретения поясняются более подробно с помощью чертежа. При этом чертеж показывает в схематическом представлении газовую турбину 2 с системой трубопроводов 4 для достижения сравнительно низкой каталитической температуры воспламенения горючего газа 6. Газовая турбина состоит из компрессорной части 8, каталитической камеры сгорания 10 и расширительной части 12. Компрессорная часть 8 и расширительная часть 12 расположены на одном общем валу 14, через который приводится в действие не представленный здесь более подробно генератор для производства электроэнергии. В компрессорной части 8 подогретый воздух 16 сжимается до входного давления каталитической камеры сгорания 10. Для горючего газа 6 в примере выполнения природного газа предусмотрена система трубопроводов 4, с которой часть горючего газа 6, здесь порядка 15 об.%, подводят к ступени предварительного формирования 18 в качестве частичного потока горючего газа 20. Остальной горючий газ 6 подводят непосредственно к каталитической камере сгорания 10.

Частичный поток горючего газа 20 вначале подогревают в ступени предварительного формирования 18 посредством теплообменника 22 до температуры порядка 100°C. Подогретый частичный поток горючего газа 20 обтекает затем сотовые катализаторы 24, которые в основном состоят из диоксида титана и содержат смесь оксида ванадия, оксида вольфрама, оксида молибдена, платины и родия. Вследствие каталитического действия сотовых катализаторов 24 большая часть частичного потока горючего газа 20 предварительно формируется, то есть из природного газа 6 образуются каталитически легковоспламеняемые вещества: спирт, альдегид и водород. Предварительно сформированный таким образом частичный поток горючего газа 20 также подводят к каталитической камере сгорания 10.

В каталитической камере сгорания 10 горючий газ 6, предварительно сформированный частичный поток горючего газа 20 и подогретый и сжатый воздух 16 посредством смесительного элемента, например статического смесителя 26, смешивается и в заключение подводится к подходящим катализаторам, здесь сотовым катализаторам 28. Сотовые катализаторы 28 имеют особенно сильное окислительное действие для каталитического сжигания горючего газа 6, частичного потока горючего газа 20 и подогретого и сжатого воздуха 16. В примере выполнения они имеют в качестве основы TiO_2 диоксид титана и содержат в качестве каталитически активных компонентов платину, родий, иридий, а также оксид церия и оксид хрома. Вышеназванные благородные металлы имеются в сотовых катализаторах 28 соответственно до 1 вес.% и

RU 2142566 C1

RU 2142566 C1

вышеназванные оксиды металлов до 3 вес.%. Возможными являются также и другие составы каталитически активных компонентов.

На основе предварительного формирования частичного потока горючего газа 20 смешанная посредством статического смесителя 26 газовая смесь воспламеняется уже при температуре порядка 250 °C и затем полностью сгорает в сотовых катализаторах 28. Поступающий в расширительную часть горячий отходящий газ горелки 30 каталитической камеры сгорания 10 имеет температуру 1100°C и расширяется в расширительной части 12. После расширения отходящего газа горелки 30 он подводится к не показанному здесь более подробно парогенератору на отходящем тепле. Вследствие сравнительно низкой температуры каталитического воспламенения сожженной в каталитической камере сгорания 10 газовой смеси можно полностью отказаться от использования вспомогательной горелки, которая создает опорное или пилотное пламя. Таким образом, эта горелка исключается и как источник окислов азота так, что отходящий газ горелки 30 при выходе из расширительной части 12 имеет сравнительно низкое содержание окислов азота.

Формула изобретения:

1. Газовая турбина (2) для сжигания горючего газа (6), причем система трубопроводов выполнена таким образом, что часть (20) горючего газа (6) отводится, направляется через каталитическую ступень и затем снова подводится к горючему газу (6) для снижения его каталитической температуры воспламенения, отличающаяся тем, что каталитическая ступень представляет собой ступень предварительного формирования (18), которая содержит катализаторную установку (24), предусмотренную для преобразования содержащегося в горючем газе (6) углеводорода в спирт и/или альдегид.

2. Газовая турбина (2) по п.1, отличающаяся тем, что ступень предварительного формирования (18) в направлении течения частичного потока горючего газа (20) содержит подогревательное устройство (22) для частичного потока горючего газа (20).

3. Газовая турбина (2) по п.1 или 2, отличающаяся тем, что катализаторная установка (24) содержит сотовый и/или пластинчатый катализатор (24), который выполнен в основном из диоксида титана и содержит по крайней мере один оксид переходного металла и/или по крайней мере один благородный металл.

4. Газовая турбина (2) по любому из пп.1 - 3, отличающаяся тем, что максимально отводят порядка 25 об.% горючего газа и направляют через ступень предварительного формирования (18).

5. Газовая турбина (2) по любому из пп.1 - 4, отличающаяся тем, что предусмотрена каталитическая камера сгорания (10).

RU 2142566 C1

RU 2142566 C1