



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F22G 1/00 (2006.01); *F22B 37/00* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017145989, 26.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.12.2017

Дата регистрации:
05.12.2018

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 26.12.2017

(45) Опубликовано: 05.12.2018 Бюл. № 34

Адрес для переписки:
125412, Москва, ул. Ижорская, 13, стр. 2, ОИВТ
РАН, Сектор интеллектуальной собственности
и инноваций

(72) Автор(ы):
Борзенко Василий Игоревич (RU),
Счастливец Алексей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Объединенный институт
высоких температур Российской академии
наук (ОИВТ РАН) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 165761 U1, 10.11.2016. RU
2623017 C1, 21.06.2017. US 4074708 A1,
21.02.1978. JP 2004011980 A, 15.01.2004. WO
2014022829 A1, 06.02.2014.

(54) ВОДОРОДНО-КИСЛОРОДНЫЙ ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Предлагаемая полезная модель относится к силовым установкам паротурбинного типа, отличающимся камерой сгорания трубчатого типа, использующей в качестве горючего газообразный водород, а в качестве окислителя - газообразный кислород, и предназначена для обеспечения перегрева низкотемпературного водяного пара.

Использование предложенной конструкции водородно-кислородного пароперегревателя позволяет обеспечить надежное охлаждение камеры сгорания.

Подача низкотемпературного пара на самом теплонапряженном участке внутренней вставки камеры сгорания осуществляется через магистраль подачи низкотемпературного пара, состоящую из четырех отверстий, расположенных

под углом 30...60° к охлаждаемой стенке камеры сгорания, что обеспечивает ее интенсивное охлаждение. При этом начальная часть камеры сгорания выполнена с коническим расширением с углом 20...35°, позволяющим обеспечить удаление стенок камеры сгорания на расстояние не менее 3-х расстояний расположения форсунок водорода, что обеспечивает 1,5-2-кратное снижение их теплонапряженности. При этом оси форсунок подачи водорода расположены параллельно оси форсунки подачи кислорода, что обеспечивает более протяженную зону горения и снижение удельных тепловых потоков на стенки внутренней вставки. При этом внутренняя вставка выполнена ребренной с наружной стороны, что позволяет обеспечить ее более интенсивное охлаждение. 1 ил.

RU 185454 U1

RU 185454 U1

Предлагаемая полезная модель относится к силовым установкам паротурбинного типа, отличающимся камерой сгорания трубчатого типа, использующей в качестве горючего газообразный водород, а в качестве окислителя газообразный кислород, и предназначена для обеспечения перегрева низкотемпературного водяного пара.

5 Известны вихревая водород-кислородная камера сгорания (RU 2539243 C2) и вихревой водород-кислородный пароперегреватель (RU 2361146 C1) предназначенные для создания потока перегретого водяного пара за счет сжигания водород-кислородной смеси в паровой среде содержащие запальное устройство, магистрали подвода горючего (водорода) и окислителя (кислорода), камеры сгорания и смешения, форсунки окислителя
10 и горючего, закручивающие устройства, конический стабилизатор пламени, пламенную трубу, жаровую трубу и охлаждающий канал. Водяной пар из котла поступает через патрубок подвода водяного пара в охлаждающие каналы, где в виде интенсивно закрученного потока движется в сторону корпуса камеры сгорания. Через форсунки окислителя в центральный поток пара подается кислород. Образующаяся
15 парокислородная смесь закручивается с помощью закручивающего устройства с целью интенсификации массообменных процессов и ее гомогенизации. В корпусе отверстия конического стабилизатора предусмотрены отверстия через которые выдувается водяной пар, оттесняя фронт пламени от стенки стабилизатора и локализуя его в пространственной области, ограниченной границами рециркуляционной зоны.
20 Дополнительное охлаждение термически нагруженной стенки пламенной трубы достигается организацией завесы из паровых струй, выдуваемых через отверстия и перфорацию в стенке жаровой трубы. Недостатком данных конструкций является использование предварительного смешения окислителя с водяным паром и подача пара в зону горения. Такое решение с одной стороны позволяет существенно снизить
25 теплонапряженность основных узлов, но в тоже время снижает полноту сгорания водорода из-за снижения концентрации горючего и окислителя в зоне горения.

Известна также конструкция водородно-кислородного парогенератора, используемого в системе сжигания водорода в цикле АЭС с регулированием температуры водород-кислородного пара (RU 2488903 C1). Изобретение относится к области атомной
30 энергетики и предназначено для использования на паротурбинных установках атомных электрических станций (АЭС). Водородно-кислородный парогенератор предназначен для перегрева низкотемпературного водяного пара используя теплоту сгорания водорода в кислороде и включает в себя запальное устройство, магистрали подвода окислителя (кислорода) и горючего (водорода), водородно-кислородную камеру
35 сгорания первоначального нестехиометрического окисления, дожигающую водород-кислородную камеру сгорания стехиометрического окисления, полость смешения высокотемпературного пара со свежим паром на участке перед цилиндром высокого давления паровой турбины. Дожигающая камера выполнена в виде диффузора и размещена в полости смешения высокотемпературного пара со свежим паром. В камере
40 нестехиометрического окисления с помощью запального устройства происходит образование смеси водяного пара с недореагировавшим кислородом при температуре, обеспечивающей самовоспламенение водорода в дожигающей водород-кислородной камере сгорания стехиометрического окисления. Недостатком данной конструкции является использование камеры первоначального нестехиометрического окисления,
45 которая снижает полноту сгорания водорода из-за снижения концентрации горючего и окислителя в зоне горения. Кроме того, использование принципа дальнейшего самовоспламенения водорода в дожигающей камере при определенных условиях может привести к образованию взрывоопасных концентраций водорода и кислорода.

Известны конструкции парогенераторов с охлаждением камеры сгорания водой (RU 2544417 C1 и RU 2623017 C1). В этом случае в качестве топлива и окислителя используются водород и кислород, а в качестве охладителя и рабочего тела - вода. Парогенератор содержит запальное устройство с электросвечой, смесительную головку с магистральями подвода окислителя, горючего и воды на завесное охлаждение, камеру сгорания с каналами тракта охлаждения и профилированной торцевой стенкой для направления балластировочной воды, камеру смешения с отверстиями для подачи балластировочной воды. Каналы тракта охлаждения камеры сгорания выполнены под острым углом к оси парогенератора, а отверстия для подачи балластировочной воды в зону смешения выполнены также под острым углом к оси парогенератора, и направлены в противоположную сторону относительно каналов тракта охлаждения камеры сгорания. Изобретение улучшает процесс перемешивания воды с продуктами сгорания компонентов топлива за счет наличия дополнительной турбулентной составляющей, что позволяет получить качественный фракционный состав водяного пара при уменьшенной длине камеры смешения. Недостатком данной конструкции является невозможность использования низкотемпературного водяного пара вместо воды из-за его более низкой плотности и теплоемкости. Расположение зоны горения на близком расстоянии от стенок камеры сгорания приведет к ее интенсивному нагреву (при использовании водяного пара) и в конечном итоге к прогару. Кроме того, подача низкотемпературного пара под острым углом к оси парогенератора не сможет обеспечить хорошее перемешивание низкотемпературного и высокотемпературного потоков из-за меньшей плотности пара в сравнении с водой, что позволит получить качественный фракционный состав водяного пара.

Наиболее близкой к предлагаемой полезной модели является конструкция водородно-кислородного газогенератора (RU 165761 U1), предназначенного для нагрева воздуха, используя теплоту сгорания водорода в кислороде, и содержащего камеру сгорания, корпус которой связан с магистралью подачи воздуха, внутренней охлаждаемой вставкой и камерой смешения, электросвечу, связанную со смесительным элементом, связанным с магистральями подвода водорода, кислорода и форсунками подачи водорода и кислорода, и суживающееся сопло, расположенное на выходе из камеры сгорания, при этом магистраль подачи воздуха состоит из четырех отверстий, расположенных под углом $40...60^\circ$ к оси камеры сгорания, минимальная длина охлаждаемой внутренней вставки равна не менее 7 диаметрам камеры сгорания для предотвращения преждевременного смешения воздуха с высокотемпературными продуктами сгорания. При этом, оси форсунок подачи водорода расположены параллельно оси форсунки подачи кислорода, что обеспечивает более протяженную зону горения и снижение удельных тепловых потоков на стенки внутренней вставки. При этом внутренняя вставка выполнена ребренной с наружной стороны, что позволяет обеспечить ее более интенсивное охлаждение. Недостатком данной конструкции является отсутствие элементов, обеспечивающих более интенсивное перемешивание высокотемпературного и низкотемпературного потоков, что приведет к высокой неравномерности температуры перегретого пара. Кроме того, использование части перегреваемого пара для более интенсивного перемешивания потоков приведет к снижению эффективности охлаждения стенок камеры сгорания, что в совокупности с их близким расположением к зоне горения приведет к их прогару.

Предложенная полезная модель решает техническую задачу перегрева низкотемпературного водяного пара путем сжигания водорода в кислороде, с надежным охлаждением камеры сгорания и интенсивным перемешиванием высокотемпературного

и низкотемпературного потоков. Такое решение технической задачи возможно за счет того, что подача низкотемпературного пара на самом теплонапряженном участке внутренней вставки камеры сгорания осуществляется через магистраль подачи низкотемпературного пара, состоящую из четырех отверстий, расположенных под углом 30...60° к охлаждаемой стенке камеры сгорания, что обеспечивает ее интенсивное охлаждение. При этом начальная часть камеры сгорания выполнена с коническим расширением с углом 20...35°, позволяющим обеспечить удаление стенок камеры сгорания на расстояние не менее 3 расстояний расположения форсунок водорода, что обеспечивает 1,5-2-кратное снижение их теплонапряженности. При этом оси форсунок подачи водорода расположены параллельно оси форсунки подачи кислорода, что обеспечивает более протяженную зону горения и снижение удельных тепловых потоков на стенки внутренней вставки. При этом внутренняя вставка выполнена оребренной с наружной стороны, что позволяет обеспечить ее более интенсивное охлаждение.

Таким образом, предложенная конструкция водородно-кислородного пароперегревателя позволяет обеспечить надежное охлаждение камеры сгорания.

Предлагаемая полезная модель решает техническую задачу тем, что водородно-кислородный пароперегреватель, содержит внешний корпус камеры сгорания связанный с внутренней охлаждаемой вставкой, выполненной с оребрением с внешней стороны, и смесительным элементом, связанным с электросвечой, магистралями подвода водорода и кислорода и форсунками подачи водорода и кислорода оси которых расположены параллельно друг другу, корпус камеры сгорания, связан с блоком подачи низкотемпературного пара, при этом блок подачи низкотемпературного пара имеет четыре отверстия, расположенные под углом 30...60° к внутренней охлаждаемой вставке камеры сгорания, на начальном участке камеры сгорания выполнено коническое расширение с углом 20...35° и коническое сужение с углом 20...35° на конечном участке.

Сущность предлагаемого технического решения поясняется схемой, показанной на фиг. 1. Водородно-кислородный пароперегреватель включает в себя электросвечу 1, смесительный элемент 2 с магистралями подвода водорода 3 и кислорода 4 и форсунками подачи водорода 5 и кислорода 6, блок подачи низкотемпературного пара 7 с четырьмя отверстиями 8, внешний корпус камеры сгорания 9 и внутреннюю охлаждаемую вставку камеры сгорания 10. Водородно-кислородный пароперегреватель работает следующим образом: Кислород через магистраль подвода кислорода 4 поступает в смесительный элемент 2, где происходит его ионизация посредством электросвечи 1 и дальнейшее поступление в камеру сгорания через форсунку 6. Водород через магистраль 3 и форсунки 5 в количестве 8 штук, также поступает в камеру сгорания, где происходит его смешение с ионизированным кислородом и последующее воспламенение. Низкотемпературный пар через блок подачи низкотемпературного пара 7 по четырем отверстиям 8 поступает на охлаждение внутренней вставки камеры сгорания 10. Далее после выхода из внутренней вставки низкотемпературный пар смешивается с высокотемпературным потоком продуктов сгорания.

(57) Формула полезной модели

Водородно-кислородный пароперегреватель, содержащий внешний корпус камеры сгорания, связанный с внутренней охлаждаемой вставкой, выполненной с оребрением с внешней стороны, и смесительным элементом, связанным с электросвечой магистралями подвода водорода и кислорода и форсунками подачи водорода и кислорода, оси которых расположены параллельно друг другу, отличающийся тем, что корпус камеры сгорания связан с блоком подачи низкотемпературного пара,

который имеет четыре отверстия, расположенные под углом $30...60^\circ$ к внутренней охлаждаемой вставке камеры сгорания, на начальном участке камеры сгорания выполнено коническое расширение с углом $20...35^\circ$ и коническое сужение с углом $20...35^\circ$ на конечном участке, при этом максимальный диаметр цилиндрической части внутренней охлаждаемой вставки равен не менее 3-х расстояний расположения форсунок водорода.

10

15

20

25

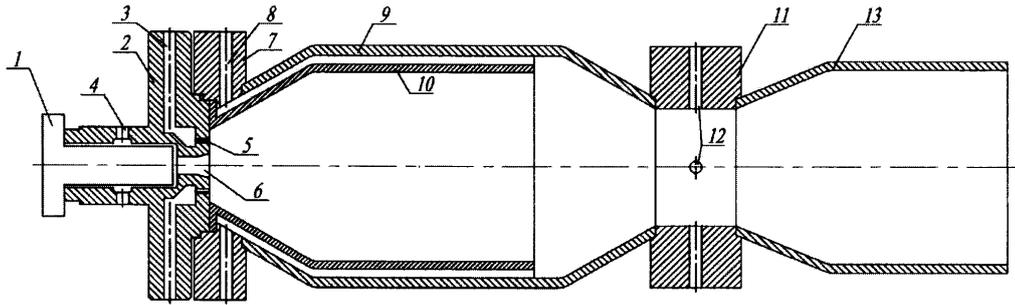
30

35

40

45

Водородно-кислородный пароперегреватель



Фиг. 1.

Авторы: Борзенко В.И.
Счастливцев А.И.