

Изобретение относится к системе топливных элементов, содержащей риформер для преобразования топлива и окислительного средства в продукт преобразования и по меньшей мере один топливный элемент, в который подается продукт преобразования. Кроме того, изобретение относится к способу эксплуатации риформера для преобразования топлива и окислительного средства в продукт преобразования.

На фиг. 1 показана простая известная система топливных элементов, которая рассчитана для использования углеводородов. Показанная на фиг. 1 система топливных элементов имеет риформер 110, в который подается топливо 112 с помощью топливного насоса 144. Кроме того, в риформер 110 подается окислительное средство 114, которое в данном случае состоит из подаваемого вентилятором 146 воздуха и подаваемого через инжектор 124 анодного отходящего газа 126. Анодный отходящий газ 126 создается топливным элементом 118, который снабжен вентилятором 150 топливного элемента и в который подается созданный риформером 110 продукт 116 преобразования. Продукт 116 преобразования является водородсодержащим газом, который в топливном элементе 118 с помощью подаваемого вентилятором 150 топливного элемента катодного воздуха превращается в электрический ток и тепло. В данном случае не возвращаемая часть анодного отходящего газа подается в дожигатель 130, который снабжен дожигательным вентилятором 152. В дожигателе 130 происходит превращение обедненного продукта преобразования с помощью подаваемого дожигательным вентилятором 152 воздуха в дымовой газ, который обеспечивает небольшой выброс СО и НО.

В показанной на фиг. 1 системе топливных элементов происходит всасывание анодного отходящего газа 126 с (холодным) воздухом перед риформером. При неблагоприятных рабочих условиях смесь воздуха с анодным отходящим газом может быть горючей, при некоторых обстоятельствах может воспламеняться и за счет возникающих затем высоких температур повреждать риформер 110. В случае, когда всасывание анодного отходящего газа 126, как указывалось выше, происходит с холодным воздухом, это может приводить к нежелательному образованию сажи.

Задачей данного изобретения является такое усовершенствование систем топливных элементов и способов согласно уровню техники, чтобы исключить повреждение риформера за счет воспламеняющейся газовой смеси и чтобы, по меньшей мере, уменьшить образование сажи по сравнению с уровнем техники.

Эта задача решена с помощью признаков независимых пунктов формулы изобретения.

Предпочтительные варианты выполнения и модификации изобретения следуют из зависимых пунктов формулы изобретения.

Система топливных элементов согласно изобретению, основывающаяся на рассмотренном уровне техники, характеризуется тем, что риформер имеет горелку риформера и катализатор риформера и что между горелкой риформера и катализатором риформера предусмотрены средства для подачи анодного отходящего газа топливного элемента, и/или продукта преобразования, и/или отходящего газа расположенного после топливного элемента дожигателя. В этом решении вероятность нежелательного образования пламени, по меньшей мере, значительно ниже, поскольку в выходящем из горелки риформера дымовом газе содержится меньшая доля кислорода, чем в воздухе. В таком невероятном случае, что между горелкой риформера и катализатором риформера все же произойдет нежелательное образование пламени, можно, например, за счет изменения коэффициента избытка воздуха очень хорошо изменять сгорание в горелке риформера. Другое преимущество решения согласно изобретению состоит в том, что возвращаемый анодный отходящий газ подается в горячий дымовой газ, так что не происходит, по меньшей мере, значительного охлаждения смеси анодного отходящего газа и газа, за счет чего можно, по меньшей мере, значительно уменьшать образование сажи по сравнению с уровнем техники. Кроме того, является преимуществом, что за счет происходящего в горелке риформера сгорания топлива на выходе горелки риформера имеется большее количество газа, чем на ее входе, за счет чего можно возвращать большую долю анодного отходящего газа.

Кроме того, в системе топливных элементов согласно изобретению предусмотрено, что средства для подачи анодного отходящего газа топливного элемента, и/или продукта преобразования, и/или отходящего газа последующего дожигателя содержат по меньшей мере один инжектор. Инжектор может быть, в частности, работающим по принципу Вентури инжектором, через который проходит поток выходящего из горелки риформера дымового газа и который при этом всасывает, например, анодный отходящий газ.

Система топливных элементов согласно изобретению может быть предпочтительно модифицирована за счет того, что между средствами для подачи анодного отходящего газа топливного элемента, и/или продукта преобразования, и/или отходящего газа включенного после топливного элемента дожигателя и катализатором риформера предусмотрены средства для проведения реакции с участием имеющегося там газа. В этом случае в соответствующей катализатору горелки второй зоне образования смеси имеется меньшая доля кислорода и можно предотвращать нежелательное образование при некоторых обстоятельствах горячих точек в катализаторе. Кроме того, большая доля воды, которая образуется при окислении водорода, может быть предпочтительной для возможно необходимого испарения топлива (например, при применении жидкого топлива, такого как дизельное топливо или бензин).

В связи с указанным выше предпочтительно, что средства для проведения реакции газа содержат

горелку, в частности каталитическую горелку. Такая горелка может быть, так же как в случае горелки риформера, пористой горелкой.

Кроме того, для системы топливных элементов согласно изобретению предпочтительно, что по меньшей мере два компонента, горелка риформера, катализатор риформера и средства для подачи анодного отходящего газа топливного элемента, и/или продукта преобразования, и/или отходящего газа включенного после топливного элемента дожигателя термически связаны. В частности, термическая связь имеющихся в риформере компонентов, горелка риформера, инжектор (возможно с другой горелкой) и катализатор риформера обеспечивает возможность влияния на температурный профиль в катализаторе риформера, соответственно, во всем риформере, что может также положительно сказываться на процессе преобразования.

В так же предпочтительной модификации системы топливных элементов согласно изобретению предусмотрены средства для темперирования выходящего из катализатора риформера продукта преобразования. Тем самым можно продукту преобразования, выходящему из катализатора риформера, придавать правильную температуру для следующих стадий процесса. При этом в зависимости от случая применения можно нагревать или охлаждать продукт преобразования за счет правильного направления газа перед его подачей в топливный элемент.

В связи с указанным выше может быть, например, предусмотрено, что средства для темперирования выходящего из катализатора риформера продукта преобразования содержат теплообменник, который создаваемое риформером отходящее тепло переносит на выходящий из катализатора риформера продукт преобразования. Такой теплообменник может быть образован, например, но не ограничиваясь этим, участками труб для продукта преобразования, которые расположены (непосредственно) вблизи соответствующей риформеру горелки.

В предпочтительных вариантах выполнения системы топливных элементов согласно изобретению предусмотрены средства для регулирования коэффициента избытка воздуха риформера. При этом регулирование коэффициента избытка воздуха можно, как обычно, выполнять за счет изменения количества топлива, соответственно, количества воздуха для горения топлива. Средства для выполнения регулирования коэффициента избытка воздуха могут работать, в частности, с помощью микропроцессора и содержать по меньшей мере один лямбда-датчик.

Для системы топливных элементов согласно изобретению, кроме того, предпочтительно, что средства для подачи анодного отходящего газа топливного элемента, и/или продукта преобразования, и/или отходящего газа включенного после топливного элемента дожигателя пригодны для выполнения дозированной подачи. Когда, например, анодный отходящий газ подается через инжектор, который работает переменно, т.е. с возможностью регулирования возвращаемого количества газа, то можно желательным образом влиять на соотношение С/О в риформере.

Согласно изобретению способ эксплуатации риформера на основе рассмотренного вначале уровня техники характеризуется тем, что в зону между горелкой риформера и катализатором риформера подают анодный отходящий газ топливного элемента, и/или продукт преобразования, и/или отходящий газ включенного после топливного элемента дожигателя. За счет этого обеспечиваются указанные в связи с системой топливных элементов одинаковые или аналогичные свойства и преимущества, так что во избежание повторений их описание не приводится.

То же относится по смыслу к последующим предпочтительным вариантам выполнения способа согласно изобретению, при этом во избежание повторений делается ссылка на соответствующие аргументы в связи с системой топливных элементов согласно изобретению.

В способе согласно изобретению предпочтительно предусмотрено, что в топливный элемент подают анодный отходящий газ, и/или продукт преобразования, и/или отходящий газ включенного после топливного элемента дожигателя по меньшей мере через один инжектор.

В связи со способом согласно изобретению также предпочтительно, что имеющийся после подачи анодного отходящего газа топливного элемента, и/или продукта преобразования, и/или отходящего газа включенного после топливного элемента дожигателя газ, по меньшей мере, частично подвергают реакции.

В связи с этим в одной предпочтительной модификации предусмотрено, что имеющийся после подачи анодного отходящего газа топливного элемента, и/или продукта преобразования, и/или отходящего газа включенного после топливного элемента дожигателя газ подвергают реакции в горелке, в частности в каталитической горелке.

По меньшей мере, в определенных вариантах выполнения способа согласно изобретению может быть предусмотрено, что выходящий из катализатора риформера продукт преобразования темперируют.

При этом, например, возможно, что выходящий из катализатора риформера продукт преобразования темперируют с помощью теплообменника, который переносит создаваемое риформером тепло на выходящий из катализатора риформера продукт преобразования.

Для способа согласно изобретению особенно предпочтительно, что выполняют регулирование коэффициента избытка воздуха риформера.

В способе согласно изобретению предпочтительно дополнительно предусмотрено, что анодный от-

ходящий газ топливного элемента, и/или продукт преобразования, и/или отходящий газ включенного после топливного элемента дожигателя газ подают в зону дозировано.

Существенная основная идея изобретения состоит в исключении нежелательного образования пламени и/или нежелательного образования сажи в риформере за счет того, что, в частности, возвращаемый анодный отходящий газ вводится не перед риформером, а между горелкой риформера и катализатором риформера.

Ниже приводится в качестве примера подробное описание предпочтительных вариантов выполнения изобретения со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых изображено

фиг. 1 - поясненная вначале блок-схема системы топливных элементов согласно уровню техники и

фиг. 2 - блок-схема варианта выполнения системы топливных элементов согласно изобретению, которая также пригодна для осуществления способа согласно изобретению.

Показанный на фиг. 2 вариант выполнения системы топливных элементов согласно изобретению содержит риформер 10 для превращения топлива 12 и окислительного средства 14 в продукт 16 преобразования. При этом топливо 12, например дизельное топливо или бензин, подается в риформер 10 с помощью топливного насоса 44. В качестве окислительного средства служит в данном случае воздух 14, который подается в риформер 10 с помощью вентилятора 46 риформера. Часть создаваемого риформером 10 продукта 16 преобразования возвращается в топливный элемент 18, соответственно, в пакет топливных элементов, при этом подаваемый в топливный элемент 18 водородосодержащий газообразный продукт преобразования превращается в топливном элементе 18 в электрический ток и тепло с помощью подаваемого с помощью вентилятора 50 риформера катодного воздуха. В данном случае обедненный за счет превращения в топливном элементе 18 продукт преобразования подается в дожигатель 30, например в пористую горелку, которая снабжена дожигательным вентилятором 52.

Риформер 10 содержит горелку 20 риформера, в которую подаются топливо 12 и окислительное средство 14. Кроме того, риформер 10 снабжен катализатором 22 горелки, который снабжен топливным насосом 48. Между горелкой 20 риформера и катализатором 22 риформера предусмотрены средства 24, с помощью которых в выходящий из горелки 20 риформера дымовой газ может подаваться анодный отходящий газ 26. Дополнительно или в качестве альтернативного решения может быть предусмотрено, что в этот дымовой газ подается продукт 16 преобразования, и/или отходящий газ 28 дожигателя 30, как это обозначено штриховыми линиями. Средства 24 в данном случае образованы инжектором 32, который работает по принципу Вентури. Инжектор 32 предпочтительно способен изменять подаваемое количество анодного отходящего газа 26, и/или продукта 16 преобразования, и/или отходящего газа 28 дожигателя. В частности, если через инжектор 32 добавляются различные газы, то может быть предпочтительно предусмотрено одно или несколько (не изображено) клапанных устройств или вентиляторов, с помощью которых можно устанавливать количество подаваемого газа.

Например, можно влиять на соотношение С/О в риформере 10 за счет изменения подводимого анодного отходящего газа. Хотя это является не обязательно необходимым, в показанном варианте выполнения между инжектором 32 и катализатором 22 риформера предусмотрена дополнительная горелка 34, например каталитическая пористая горелка для проведения реакции подаваемого в дополнительную горелку 34 газа. За счет этого в зоне образования смеси катализатора 22 риформера находится небольшая доля кислорода и это предотвращает образование горячих точек в катализаторе риформера. Кроме того, большая доля воды, которая образуется при окислении водорода, может быть предпочтительной для возможно необходимого испарения топлива (например, при применении жидких видов топлива).

Другая дополнительная особенность показанной на фиг. 2 системы топливных элементов состоит в том, что выходящий из катализатора 22 риформера продукт 16 преобразования сначала темперируется. Для этой цели предусмотрены средства 36 в виде труб и теплообменника 38, при этом теплообменник 38 переносит отходящее тепло горелки 20 риформера на продукт 16 преобразования для его нагревания, для того чтобы он имел оптимальную температуру для последующих стадий процесса. Если выходящий из катализатора 22 риформера продукт преобразования имеет слишком высокую температуру для последующих стадий процесса, то можно охлаждать выходящий из катализатора 22 риформера продукт 16 преобразования путем подходящего охлаждения труб. В таком случае теплообменник 38 можно обходить с помощью (не изображенного) обводного канала.

Кроме того, в показанном случае предусмотрены средства в виде контроллера, который может выполнять регулирование коэффициента избытка воздуха риформера 10. Регулирование коэффициента избытка воздуха возможно посредством изменения подаваемого количества топлива, соответственно, воздуха, при этом действительная величина коэффициента избытка воздуха предпочтительно измеряется с помощью (не изображенного) лямбда-датчика и учитывается при регулировании. Регулирование коэффициента избытка воздуха является особенно предпочтительным для исключения с самого начала нежелательного образования пламени в зоне инжектора 32 или, при необходимости, его подавления, если это необходимо.

Согласно изобретению способ эксплуатации риформера можно выполнять с помощью показанной на фиг. 2 системы топливных элементов следующим образом: риформер 10 предназначен для превращения топлива 12 и окислительного средства 14 в продукт 16 преобразования. При этом риформер 10 имеет

горелку 20 риформера и катализатор 22 риформера. В зону 42 между горелкой 20 риформера и катализатором 22 риформера подают анодный отходящий газ 26 топливного элемента 18, и/или продукт 16 преобразования, и/или отходящий газ 26 включенного после топливного элемента 18 дожигателя 30. При этом подача газа происходит через инжектор 32. Выходящую из инжектора 32 газовую смесь подвергают реакции в дополнительной горелке 22. Темперирование выходящего из катализатора 22 риформера продукта 16 преобразования выполняют с помощью теплообменника 38, который переносит создаваемое горелкой 20 риформера отходящее тепло в продукт 16 преобразования. Регулирование коэффициента избытка воздуха риформера 10 происходит с помощью средства 40 в виде контроллера. Кроме того, инжектор 32 предназначен для изменения подаваемого через него количества газа; при необходимости для этой цели могут быть предусмотрены другие (не изображенные) клапанные устройства или вентиляторы или т.п.

Раскрытие в приведенном выше описании, на чертежах или в формуле изобретения признаки изобретения могут быть существенными как по отдельности, так и в любой комбинации для реализации изобретения.

Перечень ссылочных позиций

10 - риформер,  
 12 - топливо,  
 14 - окислительное средство,  
 16 - продукт преобразования,  
 18 - топливный элемент,  
 20 - горелка риформера,  
 22 - катализатор риформера,  
 24 - средство для подачи газа,  
 26 - анодный отходящий газ,  
 28 - отходящий газ,  
 30 - дожигатель,  
 32 - инжектор,  
 34 - дополнительная горелка,  
 36 - средство для темперирования продукта преобразования,  
 38 - теплообменник,  
 40 - контроллер,  
 42 - зона,  
 44 - топливный насос,  
 46 - вентилятор риформера,  
 48 - топливный насос,  
 50 - вентилятор топливного элемента,  
 52 - вентилятор дожигателя,  
 110 - риформер,  
 112 - топливо,  
 114 - окислительное средство,  
 116 - продукт преобразования,  
 118 - топливный элемент,  
 124 - инжектор,  
 126 - анодный отходящий газ,  
 130 - дожигатель,  
 144 - топливный насос,  
 146 - вентилятор,  
 150 - вентилятор топливного элемента,  
 152 - вентилятор дожигателя.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система топливных элементов, содержащая риформер (10) для преобразования топлива (12) и окислительного средства (14) в продукт (16) преобразования и по меньшей мере один топливный элемент (18), в который подается продукт (16) преобразования, причем риформер (10) имеет горелку (20) риформера и катализатор (22) риформера, отличающаяся тем, что между горелкой (20) риформера и катализатором (22) риформера предусмотрены средства (24) для подачи анодного отходящего газа (26) топливного элемента (18), и/или продукта (16) преобразования, и/или отходящего газа (28) расположенного после топливного элемента (18) дожигателя (30).

2. Система топливных элементов по п.1, отличающаяся тем, что средства (24) для подачи анодного отходящего газа (26) топливного элемента (18), и/или продукта (16) преобразования, и/или отходящего газа (28) расположенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) содержат по меньшей мере

один инжектор (32).

3. Система топливных элементов по п.1 или 2, отличающаяся тем, что между средствами (24) для подачи анодного отходящего газа (26) топливного элемента (18), и/или продукта (16) преобразования, и/или отходящего газа (28) расположенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) и катализатором (22) риформера предусмотрены средства (34) для проведения реакции имеющегося там газа.

4. Система топливных элементов по п.3, отличающаяся тем, что средства (34) для проведения реакции газа содержат горелку (34), в частности каталитическую горелку (34).

5. Система топливных элементов по любому из пп.1-4, отличающаяся тем, что по меньшей мере два компонента, горелка (18) риформера, катализатор (20) риформера и средства (24) для подачи анодного отходящего газа (26) топливного элемента (18), и/или продукта (16) преобразования, и/или отходящего газа (28) расположенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) связаны термически.

6. Система топливных элементов по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что предусмотрены средства (36) для темперирования выходящего из катализатора (22) риформера продукта (16) преобразования.

7. Система топливных элементов по п.6, отличающаяся тем, что средства (36) для темперирования выходящего из катализатора (20) риформера продукта (16) преобразования содержат теплообменник (38) для переноса создаваемого риформером (10) отходящего тепла на выходящий из катализатора (22) риформера продукт (16) преобразования.

8. Система топливных элементов по любому из пп.1-7, отличающаяся тем, что предусмотрены средства (40) для выполнения регулирования коэффициента избытка воздуха риформера (10).

9. Система топливных элементов по любому из пп.1-8, отличающаяся тем, что средства (24) для подачи анодного отходящего газа (26) топливного элемента (18), и/или продукта (18) преобразования, и/или отходящего газа (28) включенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) выполнены с возможностью дозированного выполнения подачи.

10. Способ эксплуатации риформера (10) для преобразования топлива (12) и окислительного средства (14) в продукт (16) преобразования, отличающийся тем, что в зону (42) между горелкой (20) риформера и катализатором (22) риформера подают анодный отходящий газ (26) топливного элемента (18), и/или выходящий из катализатора (22) риформера продукт (16) преобразования, и/или отходящий газ (28) включенного после топливного элемента (18) дожигателя (30).

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что в зону (42) между горелкой (20) риформера и катализатором (22) риформера подают анодный отходящий газ (26) топливного элемента (18), и/или продукт (16) преобразования, и/или отходящий газ (28) включенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) по меньшей мере через один инжектор (32).

12. Способ по п.10 или 11, отличающийся тем, что имеющийся после подачи анодного отходящего газа (26) топливного элемента (18), и/или продукта (16) преобразования, и/или отходящего газа (28) включенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) газ, по меньшей мере, частично подвергают реакции.

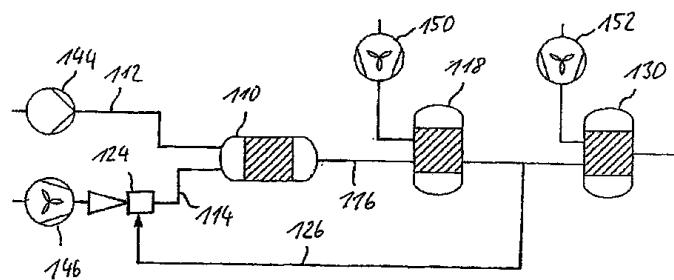
13. Способ по п.12, отличающийся тем, что имеющийся после подачи анодного отходящего газа (26) топливного элемента (18), и/или продукта (16) преобразования, и/или отходящего газа (28) включенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) газ подвергают реакции в горелке (34), в частности каталитической горелке (34).

14. Способ по любому из пп.10-13, отличающийся тем, что выходящий из катализатора (22) риформера продукт (16) преобразования темперируют.

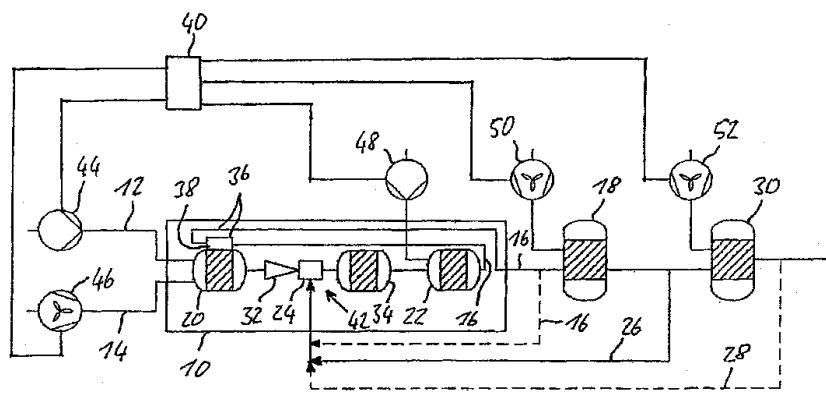
15. Способ по п.14, отличающийся тем, что выходящий из катализатора (22) риформера продукт (16) преобразования темперируют с помощью теплообменника (38), который переносит создаваемое риформером (10) отходящее тепло на выходящий из катализатора (22) риформера продукт (16) преобразования.

16. Способ по любому из пп.10-15, отличающийся тем, что выполняют регулирование коэффициента избытка воздуха риформера (10).

17. Способ по любому из пп.10-16, отличающийся тем, что анодный отходящий газ (26) топливного элемента (18), и/или продукт (16) преобразования, и/или отходящий газ (28) включенного после топливного элемента (18) дожигателя (30) подают в зону (42) дозировано.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПО

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2