

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202292586** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2023.01.20**

(51) Int. Cl. **C01B 3/38** (2006.01)  
**C01B 3/48** (2006.01)  
**C01B 3/50** (2006.01)  
**C01B 3/56** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2021.03.17**

**(54) СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕЗ-ГАЗА И ПОЛУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНДЕНСАТА**

(31) **202011014544; 20176035.2**

(72) Изобретатель:  
**Кристенсен Стеффен Спангсберг  
(DK), Бансал Нитеш (IN)**

(32) **2020.04.01; 2020.05.22**

(33) **IN; EP**

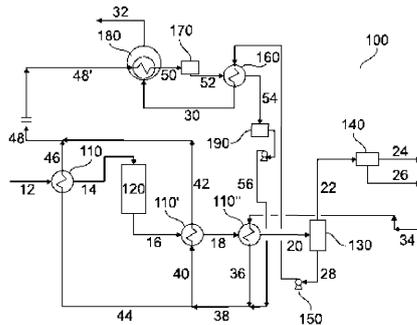
(86) **PCT/EP2021/056859**

(74) Представитель:  
**Беляева Е.Н. (BY)**

(87) **WO 2021/197854 2021.10.07**

(71) Заявитель:  
**ТОПСЕЭ А/С (DK)**

(57) Способ и установка для получения синтез-газа путем каталитического парового риформинга углеводородного сырья в установке парового риформинга, отличающиеся тем, что воду удаляют из синтез-газа в виде технологического конденсата, причем в способ вводят питательную воду для котла и причем в указанном способе или установке получают по меньшей мере два отдельных потока пара: чистый пар, который образуется из по меньшей мере части указанной питательной воды для котла путем охлаждения синтез-газа, и технологический пар, который образуется путем испарения по меньшей мере части технологического конденсата с использованием синтез-газа, при необходимости, вместе с чистым паром и/или отработанным газом из установки парового риформинга.



**A1**

**202292586**

**202292586**

**A1**

## **Способ и установка для производства синтез-газа и получения технологического конденсата**

### **ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Настоящее изобретение относится к способу и установке для производства синтез-газа и/или водородного продукта при производстве технологического пара, происходящего из технологического конденсата, образованного в ходе способа, и который может потребляться в самом способе или установке, а также чистого пара, в качестве отводимого пара, который образуется из питательной воды котла за счет охлаждения синтез-газа.

### **ИЗВЕСТНЫЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ**

В способах и установках для производства синтез-газа (синтетического газа), т.е. газа с большим содержанием водорода и монооксида углерода, синтез-газ можно дополнительно использовать для производства ценных промежуточных или конечных продуктов, например, водорода. Синтез-газ обычно получают посредством так называемого каталитического парового риформинга метана и/или автотермического риформинга. В результате парового риформинга метана синтез-газ (синтетический газ) содержит воду, которую обычно необходимо удалить. Удаление воды обычно осуществляют в сепараторе при образовании потока технологического конденсата (ТК) и потока обедненного водой синтез-газа. Кроме того, в рамках способа питательную воду для котла (ПВК) используют для непрямого охлаждения полученного синтез-газа с помощью так называемых установок предварительного нагрева ПВК.

Таким образом, ПВК превращается в насыщенный пар, также называемый чистым паром. Этот чистый пар обычно не содержит примесей, т.е. загрязняющих веществ, образующихся в ходе способа, таких как углекислый газ, метанол, аммиак и уксусная кислота, и поэтому такой чистый пар подходит для использования в качестве отводимого пара, поскольку потребителям обычно необходим пар высокого качества. С другой стороны, такие загрязняющие вещества, хотя и в небольших количествах, но все же присутствуют в технологическом конденсате, и

поэтому пар, полученный из этого потока, не пригоден для использования в качестве отводимого пара.

Обычно технологический конденсат отпаривается при помощи пара в отгонной секции ТК. Отпаренный технологический конденсат смешивают с ПВК и используют для получения пара и отводимого пара. Отпаренный технологический конденсат по-прежнему содержит небольшое количество примесей, которые могут загрязнить образование чистого пара.

US 2005/0288381 A1 раскрывает способ рециркуляции конденсата технологического потока из системы парового риформинга. Технологический пар вырабатывается в котле ТК путем теплообмена с частью чистого пара, вырабатываемого в отдельной системе производства пара. Технологический пар и другую часть чистого пара затем объединяют и используют для образования потока углеводородов/пара, который используют в качестве сырья для парового риформинга.

EP 3235785 A1 раскрывает способ, в котором происходит испарение технологического конденсата с образованием технологического пара за счет использования части полученного чистого пара. Для производства чистого пара используют синтез-газ и отходящий газ из процесса парового риформинга.

EP 3235784 A1 схож с EP 3235785 A1 и раскрывает способ, в котором технологический пар получается путем выпаривания технологического конденсата с использованием чистого пара в качестве теплообменной среды.

EP 2006814 A1 схож с EP 3235785 A1 и раскрывает способ, в котором технологический пар получается путем пропуска технологического конденсата в циркуляционную нагревательную установку с использованием чистого пара в качестве теплообменной среды.

US 9556026 раскрывает способ, в котором технологический пар вырабатывается путем теплообмена с синтез-газом из водяного конденсата в последовательно расположенных теплообменных установках, после чего с прохождением через предварительно нагретый таким образом водяной конденсат он направляется в паровой барабан для получения технологического пара с использованием отходящего газа из установки парового риформинга метана в качестве теплообменной среды.

В материалах известного уровня техники не раскрывается вопрос объединения в одну стадию использования синтез-газа, полученного путем парового риформинга, при необходимости, вместе с чистым паром и/или отходящим газом от парового риформинга для выпаривания технологического конденсата.

### **КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Целью настоящего изобретения является предотвращение загрязнения чистого пара, полученного из питательной воды котла, примесями из потока технологического конденсата, образованного в ходе способа.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление более простого и гибкого способа и установки для получения чистого пара и технологического пара.

Эти, а также другие цели достигаются настоящим изобретением.

Соответственно, в первом аспекте изобретение представляет собой способ получения синтез-газа путем каталитического парового риформинга углеводородного сырья в установке парового риформинга, при этом указанная установка риформинга, при необходимости, вырабатывает отходящий газ. Способ отличается тем, что воду удаляют из синтез-газа в виде технологического конденсата, причем в способ вводят питательную воду для котла, и причем в указанном способе получают, по меньшей мере, два отдельных потока пара: i) поток чистого пара, который образуется, по меньшей мере, из части указанной питательной воды для котла (ПВК) путем охлаждения синтез-газа, и ii) поток технологического пара, который образуется путем испарения, по меньшей мере, части технологического конденсата при охлаждении синтез-газа; и причем этап ii) осуществляют в котле для технологического конденсата (котле ТК).

В одном из вариантов осуществления согласно первому аспекту изобретения этап ii) дополнительно включает охлаждение, по меньшей мере, части указанного потока чистого пара и/или охлаждение указанного отходящего газа.

Следует понимать, что охлаждение синтез-газа предусматривает охлаждение части синтез-газа. Следует также понимать, что охлаждение указанного отходящего газа предусматривает охлаждение части указанного газообразного продукта.

Таким образом, изобретение предусматривает две отдельные технологические линии или системы, одна из них для производства чистого пара, пригодного для использования в качестве отводимого пара, и отдельная линия для производства технологического пара, в котором, например, используют чистый пар. Чистый пар и технологический пар предпочтительно не объединяют.

Технологический пар может быть получен за счет использования чистого пара и синтез-газа или, например, также за счет применения синтез-газа, чистого пара и отходящего газа, или, например, за счет использования синтез-газа и отходящего газа в качестве сред(ы) теплообмена для испарения технологического конденсата и, таким образом, производства технологического пара.

Изобретение позволяет получать технологический пар за один этап, т.е. этап ii).

Этап ii) осуществляют в технологическом конденсатном котле (котле ТК), предпочтительно с размещением в нем одного или более теплообменников для охлаждения синтез-газа, чистого пара и/или отходящего газа. Соответственно, используют один котел ТК, который сочетает в себе охлаждение синтез-газа вместе с охлаждением чистого пара и/или отходящего газа. Это более простой и гораздо более эффективный подход, чем, например, использование отдельных установок для получения тепла или выпаривания технологического конденсата с использованием синтез-газа, а также дальнейшее использование дополнительной(ых) установки(ок) для окончательного выпаривания технологического конденсата и получения таким образом технологического пара.

Использование чистого пара или отходящего газа и синтез-газа предпочтительно осуществляют путем непрямого теплообмена, т.е. без прямого контакта с технологическим конденсатом, такого как смешивание.

В частности, за счет комбинированного использования чистого пара и синтез-газа при производстве технологического пара, т.е. в одном котле ТК, достигается более эффективное использование котла ТК, так как в качестве теплоносителя с котлом ТК можно использовать как чистый пар, так и синтез-газ. За счет этого также обеспечивается сокращение размера котла ТК.

Котел ТК предназначен для производства технологического пара из потока технологического конденсата и представляет собой более простое и недорогое

решение по сравнению с использованием типичной отгоночной секции технологического конденсата. Также предпочтительно, чтобы охлаждение синтез-газа для получения технологического пара проходило посредством подачи синтез-газа непосредственно в указанный котел ТК. Термин «непосредственная подача» означает отсутствие промежуточных этапов, на которых синтез-газ охлаждается или иным образом обрабатывается перед подачей в котел с ТК.

В варианте осуществления согласно первому аспекту изобретения установка парового риформинга представляет собой традиционную установку парового риформинга метана (SMR), например, трубчатый риформер.

В варианте осуществления согласно первому аспекту изобретения установка парового риформинга представляет собой установку автотермического риформинга (ATR) или сочетание обычной установки парового риформинга метана (SMR), например, трубчатый риформер, и установку ATR, из которой получают сырой синтез-газ, и указанный синтез-газ представляет собой технологический газ, полученный путем пропускания указанного сырого синтез-газа через стадию каталитической конверсии водяного газа (WGS), включающую использование одной или более установок конверсии воды в газ.

Использование установки парового риформинга, представляющей собой сочетание обычной установки парового риформинга метана (SMR), например, трубчатого риформера, и установки ATR, в частности, подходит для крупномасштабного производства водорода.

Также может быть выгодно использовать способ, в котором установка парового риформинга представляет собой установку ATR, поскольку, в отличие от SMR, ATR не производит отходящий газ. Кроме того, ATR позволяет работать при гораздо более низком молярном отношении пара к углероду, тем самым пропуская меньше воды в способе и, таким образом, помимо прочего, уменьшая размер оборудования, расположенного ниже по потоку.

Дополнительная информация об этих риформерах представлена в настоящем документе посредством прямой отсылки на патенты и/или литературу Заявителя. Например, в отношении трубчатого и автотермического риформинга обзор представлен в разделе «Трубчатый риформинг и автотермический

риформинг природного газа – обзор доступных процессов», Ib Dybkjær, Fuel Processing Technology 42 (1995) 85-107.

В конкретном варианте осуществления изобретения указанная одна или более установок конверсии водяного газа включает использование первой установки конверсии, такой как установка высокотемпературной или среднетемпературной конверсии (установка конверсии ВТ или СТ), а затем второй установки конверсии, такой как установка средне- или низкотемпературной конверсии (установка конверсии СТ или НТ) и, при необходимости, третьей установки конверсии, такой как установка низкотемпературной конверсии (установка конверсии НТ), и в котором указанное охлаждение синтез-газа на этапе ii ) представляет собой охлаждение потока синтез-газа, выходящего из указанной первой или второй установки конверсии, например, указанной установки ВТ или СТ. Для каталитического парового риформинга, при котором установка парового риформинга представляет собой установку АTR, конверсия предпочтительно представляет собой установку конверсии ВТ, за которой следует установка конверсии СТ или НТ. Для каталитического парового риформинга, при котором установка парового риформинга представляет собой традиционную SMR, конверсия предпочтительно представляет собой конверсию СТ.

Конверсия водяного газа позволяет обогащать синтез-газ водородом, как это хорошо известно специалистам в данной области техники. Температура синтез-газа, выходящего из первой установки конверсии, т.е. установки конверсии СТ, находится в диапазоне 330-350°C, тогда как температура синтез-газа, выходящего из следующей, второй установки конверсии, находится в диапазоне 200-250°C, и, следовательно, первая больше подходит для использования в качестве теплообменной среды при выпаривании технологического конденсата. В частности, для АTR температура на выходе из секции конверсии ВТ составляет 430-460°C, а температура на выходе из секции конверсии СТ ниже по потоку составляет 320-340°C. Здесь котел ТК может быть размещен после установки конверсии как ВТ, так и СТ.

В варианте осуществления согласно первому аспекту изобретения технологический конденсат предварительно нагревают, предпочтительно путем непрямого теплообмена:

- с чистым паром, используемым на указанном этапе ii), или его конденсатом;

и/или

- с частью синтез-газа, отводимого после указанной стадии конверсии WGS, предпочтительно после второй или третьей установки конверсии, а также предпочтительно перед дальнейшим охлаждением синтез-газа в одном или более теплообменниках, например, в установках предварительного нагрева для WGS, которые используют для получения потока чистого пара.

Таким образом, поток синтез-газа предпочтительно из второй (и последней) установки конверсии (конверсия ВТ) разделяют на поток синтез-газа, из которого удаляют воду для получения указанного потока технологического конденсата, и байпасный поток, который предназначен для предварительного нагрева технологического конденсата, предпочтительно путем непрямого теплообмена, например, в подогревателе технологического конденсата. Затем предварительно нагретый таким образом технологический конденсат пропускают через указанный котел ТК для получения технологического пара. Этот вариант осуществления изобретения особенно хорошо подходит для выполнения этапа ii), в ходе которого технологический пар образуется за счет охлаждения синтез-газа и чистого пара.

Преимущество этих вариантов осуществления состоит в том, что они позволяют простым и эффективным образом снизить тепловую нагрузку котла ТК, тем самым уменьшив его размер.

В варианте осуществления согласно первому аспекту изобретения часть потока чистого пара используют в качестве отводимого пара. Следовательно, часть чистого пара используют для производства технологического пара, а другую часть – для экспорта, так как она не загрязнена.

В варианте осуществления согласно первому аспекту изобретения поток технологического пара смешивают с углеводородным сырьем перед поступлением в установку парового риформинга. Предпочтительно при смешивании с углеводородным сырьем технологический пар с чистым паром не смешивают. В результате этого для экспорта доступно больше чистого пара.

В варианте осуществления согласно первому аспекту изобретения синтез-газ преобразуют в поток водородного продукта, при этом технологический

конденсат образуется в сепараторе технологического конденсата, а сепаратор технологического конденсата также генерирует обедненный водой поток синтез-газа, по меньшей мере, часть которого пропускают через стадию очистки водорода, предпочтительно в установке короткоцикловой адсорбции (КЦА), при образовании указанного потока водородного продукта и потока отходящего газа.

В варианте осуществления согласно первому аспекту изобретения поток чистого пара после его использования для производства потока технологического пара, предпочтительно в котле ТК, конденсируют и смешивают с питательной водой котла (ПВК), вводимой в способ. За счет этого достигается высокий тепловой КПД способа/установки, поскольку поток ПВК пополняется конденсированной водой из потока чистого пара.

Во втором аспекте изобретение также охватывает установку, т.е. технологическую установку для производства синтез-газа. Соответственно, предоставляется установка для производства синтез-газа, содержащая:

- установку парового риформинга для преобразования углеводородного сырья в указанный синтез-газ и, при необходимости, образования отходящего газа;
- сепаратор технологического конденсата для удаления воды из указанного синтез-газа, в результате чего образуется обедненный водой поток синтетического газа и поток технологического конденсата;
- систему питательной воды котла (ПВК), включающую один или более теплообменников ПВК для получения потока чистого пара посредством непрямого охлаждения в одном или более теплообменниках, т.е. установки предварительного нагрева ПВК указанного синтез-газа;
- систему технологического конденсата (ТК), содержащую котел технологического конденсата (котел ТК) для производства потока технологического пара, при этом указанный котел ТК содержит: теплообменный агрегат для выпаривания, по меньшей мере, части указанного потока технологического конденсата путем охлаждения синтез-газа; и, при необходимости,

теплообменный агрегат для выпаривания, по меньшей мере, части указанного потока технологического конденсата путем охлаждения, по меньшей мере, части указанного потока чистого пара в качестве теплообменной среды и/или теплообменный агрегат для выпаривания, по меньшей мере, части указанного потока технологического конденсата путем охлаждения отходящего газа.

Соответственно, используют один котел ТК, который использует синтез-газ, при необходимости, вместе с чистым паром и/или отходящим газом, для выпаривания технологического конденсата и получения за счет этого указанного потока технологического пара.

В варианте осуществления согласно второму аспекту изобретения указанный синтез-газ преобразуют в водородный продукт, при этом установка дополнительно содержит: одну или более установок конверсии водяного газа для обогащения указанного синтез-газа водородом; блок очистки водорода, предпочтительно блок КЦА, для получения указанного водородного продукта из, по меньшей мере, части указанного обедненного водой потока синтетического газа и потока отходящего газа, например, потока отходящего газа от КЦА.

Затем водородный продукт предоставляется конечным пользователям, в то время как отходящий газ от КЦА может использоваться, например, в качестве вспомогательного сырья для работы установки(ок) парового риформинга, таких как огневые нагреватели, используемые в ней для производства синтез-газа.

Предпочтительно указанное не прямое охлаждение указанного синтез-газа с помощью указанной ПВК в одном или более теплообменниках, т.е. в установках предварительного нагрева ПВК, осуществляют по ходу процесса перед и/или после указанной одной или более установок конверсии водяного газа.

В варианте осуществления согласно второму аспекту изобретения установка парового риформинга представляет собой установку автотермического риформинга (установка АТР) или сочетание обычной установки парового риформинга метана (SMR), например, трубчатого риформера, и установки АТР. Это сочетание, в частности, оказалось пригодным для производства водорода в больших масштабах.

В варианте осуществления согласно второму аспекту изобретения установка дополнительно содержит:

- средства нагнетания давления на технологический конденсат, такие как насос для подачи указанного потока технологического конденсата в указанный котел для технологического конденсата;
- емкость для конденсата и/или барабан для сбора конденсатного продукта из указанного потока чистого пара, используемого во время производства указанного потока технологического пара (путем использования части указанного потока чистого пара, выходящего из котла ТК), и, при необходимости, средства повышения давления, такие как насос для транспортировки и смешивания указанного конденсатного продукта (конденсированного чистого пара) с добавлением в установку ПВК, т.е. с подачей ПВК.

В варианте осуществления согласно второму аспекту изобретения установка дополнительно включает:

теплообменник для непрямого нагрева технологического конденсата по ходу процесса перед указанным котлом для технологического конденсата, при этом указанный не прямой нагрев предпочтительно осуществляют с частью синтез-газа, отводимого по ходу процесса после указанной одной или более установок конверсии водяного газа, при этом установка предпочтительно также содержит средства отделения указанной части синтез-газа.

Любой из вариантов осуществления согласно первому аспекту изобретения может использоваться со вторым аспектом изобретения и наоборот. Необходимо понимать, что любые из выгод, связанных с вариантами осуществления согласно первому аспекту изобретения могут использоваться со вторым аспектом изобретения и наоборот.

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На Фиг. 1 показана схема технологической установки, в которой для производства технологического пара в котле ТК используют только чистый пар. Выработанный технологический пар без смешивания с чистым паром добавляют к углеводородному сырью для прохождения процесса парового риформинга.

На Фиг. 2 показана еще одна схема способа в соответствии с вариантом осуществления изобретения, при которой чистый пар и синтез-газ используют для получения технологического пара в котле ТК.

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Со ссылкой на Фиг. 1 показана технологическая установка 100, в которой углеводородное сырье (не показано) проходит каталитический риформинг в установке парового риформинга, такой как обычная установка SMR (не показана), для производства сырого синтез-газа 12, который проходит через первый подогреватель 110 питательной воды котла (ПВК) (теплообменный агрегат), в результате чего генерируется предварительно нагретый поток синтез-газа 14, который проходит через стадию каталитической конверсии, включающую в этой компоновке одну установку 120 средней конверсии. Из этой установки конверсии получают поток 16 синтез-газа, обогащенный водородом, который затем охлаждают во втором подогревателе 110' ПВК, за счет чего создается охлажденный поток синтез-газа 18, который дополнительно охлаждают в третьем подогревателе 110" ПВК, после чего в результате получается поток 20 охлажденного синтез-газа. Воду из синтез-газа 20 удаляют в сепараторе 130 технологического конденсата (ТК). Технологический конденсат отделяют в виде потока 28, тогда как поток обедненного водой синтез-газа отводят в виде потока 22, а затем пропускают через установку очистки водорода, такую как установка КЦА 140, с образованием водородного продукта 24 и отходящего газа 26.

Питательную воду котла (ПВК) подают в способ/установку в качестве импортируемого потока 34 ПВК, а затем используют в качестве теплоносителя в третьем подогревателе 110" ПВК, в результате чего образуется первый предварительно нагретый поток 36 ПВК. Этот поток может быть объединен с потоком 56 конденсата (см. описание ниже) с образованием предварительно нагретого потока ПВК 38. Часть этого предварительно нагретого потока 38 ПВК затем используют в качестве потока 40 во втором подогревателе 110' ПВК и в качестве потока 44 в первом подогревателе 110 ПВК, за счет чего создаются предварительно нагретые потоки 42, 46, ПВК, которые затем объединяют в поток 48 ПВК.

Далее поток 48 ПВК (насыщенный пар) используют в качестве потока 48' чистого пара и в качестве теплообменной среды в котле 180 ТК. В котле 180 ТК

технологический пар 32 образуется путем испарения потока технологического конденсата 28, который нагнетают насосом 150 и сначала предварительно нагревают в подогревателе (теплообменном агрегате) 160 с образованием предварительно нагретого потока технологического конденсата 30. В подогревателе 160 в качестве теплообменной среды используют конденсат 52 чистого пара 48', 50, который используют в качестве теплообменной среды в котле 180 ТК. Поток 52 конденсата отводят из бака 170 для конденсата. Из сборника (барабана) конденсата 190 вышеупомянутый конденсат 56 (полученный из чистого пара) нагнетают и смешивают с потоком 36 ПВК.

Таким образом, способ/установка показывает две отдельные системы: система ПВК, включающая теплообменники (110, 110', 110") ПВК для получения потока 48, 48' чистого пара из ПВК 34, подаваемого в способ/установку, и систему ТК, включающая бойлер 180 ТК для производства отдельного потока 32 технологического пара путем выпаривания технологического конденсата 28, полученного из синтез-газа. Котел 180 ТК использует поток 48' чистого пара в качестве теплообменной среды. Технологический пар 32 без смешивания с чистым паром далее с выгодными последствиями добавляют к углеводородному сырью, например, к природному газу, который используют в установке парового риформинга, например, в обычной установке SMR, которая не показана на схеме.

Здесь со ссылкой на Фиг. 2 показана технологическая установка 200, в которой котел 280 ТК включает: теплообменный агрегат 280' для выпаривания потока технологического конденсата с использованием чистого пара в качестве теплоносителя, а также отдельный теплообменный агрегат 280" для выпаривания технологического конденсата за счет охлаждения синтез-газа.

Как и на Фиг. 1, углеводородное сырье (не показано) проходит каталитический риформинг в установке парового риформинга, такой как установка ATR (не показана), для производства сырого синтез-газа 212, который проходит через первый подогреватель 210 питательной воды котла (ПВК) (теплообменный агрегат), в результате чего генерируется предварительно нагретый поток 214 синтез-газа, который проходит через стадию каталитической конверсии, включающую первую установку в виде блока 220 среднетемпературной конверсии и второй блок в виде блока 220' низкотемпературной конверсии.

Из первой установки 220 отводят синтез-газ 216, который затем используют в качестве теплообменной среды и за счет этого охлаждают в теплообменном агрегате 280", расположенном внутри котла 280 ТК. Охлажденный синтез-газ далее дополнительно охлаждают в подогревателе 210' перед подачей в установку 220' переключения низкотемпературной конверсии, в результате чего получают поток 216' обогащенного водородом синтез-газа. Часть этого потока 216' разделяют и используют для предварительного нагрева через подогреватель или теплообменный агрегат 260 потока 228 технологического конденсата, который насосом 250 подают под давлением в котел 280 ТК.

Еще одну часть потока 216' синтез-газа дополнительно охлаждают в подогревателе 210" ПВК с использованием импортируемого потока 234 ПВК, который подают в способ. Таким образом дополнительно охлажденный синтез-газ затем объединяют с охлажденным синтез-газом из подогревателя 260 и направляют в сепаратор 230 ТК. Из сепаратора 230 ТК отводят обедненный водой поток 220 синтез-газа, который в итоге направляют в установку 240 очистки водорода, такую как установка КЦА, с образованием потока 224 водородного продукта и потока 226 отходящего газа КЦА. Удаленную воду в сепараторе 230 ТК отводят в виде указанного потока 228 конденсата ТК, который получают после прохождения через котел 280 ТК в технологическом паре 232. Этот технологический пар 232, не смешивая с чистым паром, затем добавляют к углеводородному сырью, используемому в установке парового риформинга.

## Формула изобретения

1. Способ получения синтез-газа путем каталитического парового риформинга углеводородного сырья в установке парового риформинга, при этом указанная установка риформинга, при необходимости, вырабатывает отходящий газ, **отличающийся тем**, что воду удаляют из синтез-газа в виде технологического конденсата, причем в способ вводят питательную воду для котла, и причем в указанном способе получают, по меньшей мере, два отдельных потока пара: i) чистый пар, который образуется, по меньшей мере, из части указанной питательной воды для котла (ПВК) путем охлаждения синтез-газа, и ii) поток технологического пара, который образуется путем испарения, по меньшей мере, части технологического конденсата при охлаждении синтез-газа; и причем этап ii) осуществляют в котле для технологического конденсата (котле ТК).

2. Способ по п. 1, **отличающийся тем**, что этап ii) дополнительно включает охлаждение, по меньшей мере, части указанного потока чистого пара и/или охлаждение указанного отходящего газа.

3. Способ по любому из пп. 1 - 2, **отличающийся тем**, что установка парового риформинга представляет собой установку автотермического риформинга (ATR), или сочетание обычной установки парового риформинга метана (SMR), например, трубчатого риформера, и установки ATR, из которой получают сырой синтез-газ, и указанный синтез-газ представляет собой технологический газ, производимый путем пропускания указанного сырого синтез-газа через стадию каталитической конверсии водяного газа (WGS), включающую использование одной или более установок конверсии водяного газа.

4. Способ по любому из пп. 1 - 3, **отличающийся тем**, что указанная одна или более установок конверсии водяного газа включает использование первой установки конверсии, такой как установка высокотемпературной или среднетемпературной конверсии (установка ВТ или СТ конверсии), а затем второй установки конверсии, такой как установка среднетемпературной или низкотемпературной конверсии (установка СТ или НТ конверсии) и, при необходимости, третьей установки конверсии, такой как установка низкотемпературной конверсии (установка НТ конверсии), и причем указанное

охлаждение синтез-газа на этапе ii) представляет собой охлаждение потока синтез-газа, выходящего из указанной первой или второй установки конверсии, например, указанной установки ВТ или СТ конверсии.

5. Способ по любому из пп. 1 - 4, **отличающийся тем**, что технологический конденсат предварительно нагревают предпочтительно путем непрямого теплообмена:

- с чистым паром, используемым на указанном этапе ii), или его конденсатом;

и/или

- с частью синтез-газа, отводимого после указанной стадии конверсии WGS, предпочтительно после второй или третьей установки конверсии, и предпочтительно также перед дальнейшим охлаждением синтез-газа в одном или более теплообменниках, например, в установках предварительного нагрева для ПВК, которые используют для получения потока чистого пара.

6. Способ по любому из пп. 1 - 5, **отличающийся тем**, что часть потока чистого пара используют в качестве отводимого пара.

7. Способ по любому из пп. 1 - 6, **отличающийся тем**, что поток технологического пара смешивают с углеводородным сырьем перед поступлением в установку парового риформинга; и причем технологический пар предпочтительно не смешивают с чистым паром при смешивании с углеводородным сырьем.

8. Способ по любому из пп. 1 - 7, **отличающийся тем**, что синтез-газ преобразуют в поток водородного продукта, при этом технологический конденсат образуется в сепараторе технологического конденсата, а сепаратор технологического конденсата также генерирует обедненный водой поток синтез-газа, по меньшей мере, часть которого пропускают через стадию очистки водорода, предпочтительно в установке короткоцикловой адсорбции (установка КЦА), при образовании указанного потока водородного продукта и потока отходящего газа.

9. Способ по любому из пп. 1 - 8, **отличающаяся тем**, что поток чистого пара после его использования для производства потока технологического пара конденсируют и смешивают с питательной водой котла (ПВК), вводимой в способ.

10. Установка для производства синтез-газа, содержащая:

- установку парового риформинга для преобразования углеводородного сырья в указанный синтез-газ и, при необходимости, образования отходящего газа;
- сепаратор технологического конденсата для удаления воды из указанного синтез-газа, в результате чего образуется обедненный водой поток синтетического газа и поток технологического конденсата;
- систему питательной воды котла (ПВК), включающую один или более теплообменников ПВК для получения потока чистого пара посредством непрямого охлаждения в одном или более теплообменниках, т.е. установки предварительного нагрева ПВК указанного синтез-газа;
- систему технологического конденсата (ТК), содержащую котел технологического конденсата (котел ТК) для производства потока технологического пара, при этом указанный котел ТК содержит:  
теплообменный агрегат для выпаривания, по меньшей мере, части указанного потока технологического конденсата путем охлаждения синтез-газа; и, при необходимости,  
теплообменный агрегат для выпаривания, по меньшей мере, части указанного потока технологического конденсата путем охлаждения, по меньшей мере, части указанного потока чистого пара в качестве теплообменной среды и/или теплообменный агрегат для выпаривания, по меньшей мере, части указанного потока технологического конденсата путем охлаждения отходящего газа.

11. Установка по п. 10, включающая преобразование указанного синтез-газа в водородный продукт, при этом установка дополнительно содержит: одну или более установок конверсии водяного газа для обогащения указанного синтез-газа водородом; блок очистки водорода для получения указанного водородного продукта из, по меньшей мере, части указанного обедненного водой потока синтез-газа и потока отходящего газа.

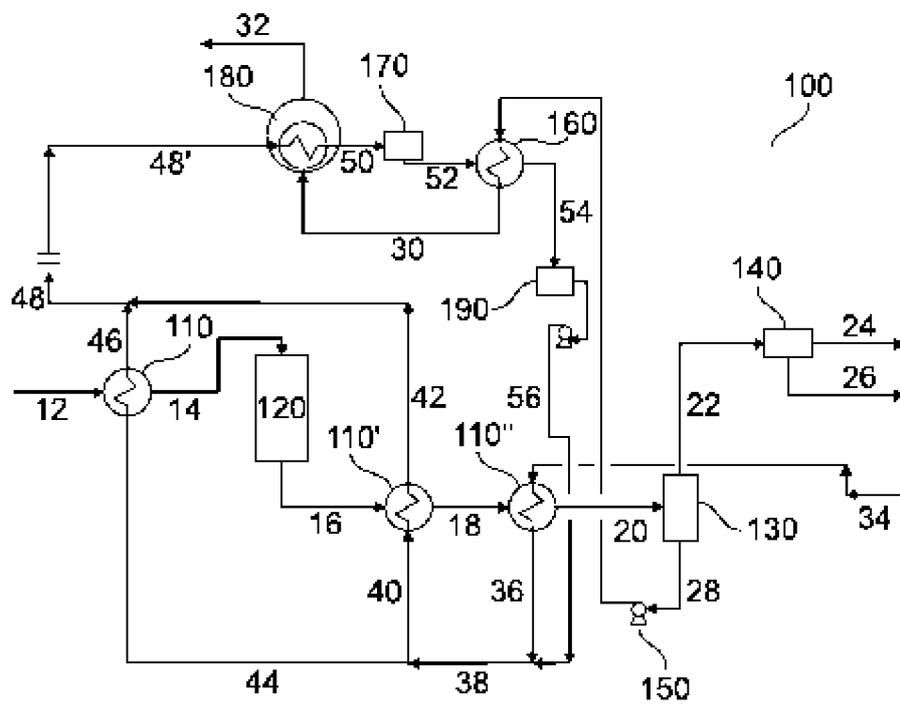
12. Установка по любому из пп. 10 - 11, **отличающаяся тем**, что установка парового риформинга представляет собой установку автотермического

риформинга (ATR) или сочетание обычной установки парового риформинга метана (SMR), например, трубчатого риформера, и установки ATR.

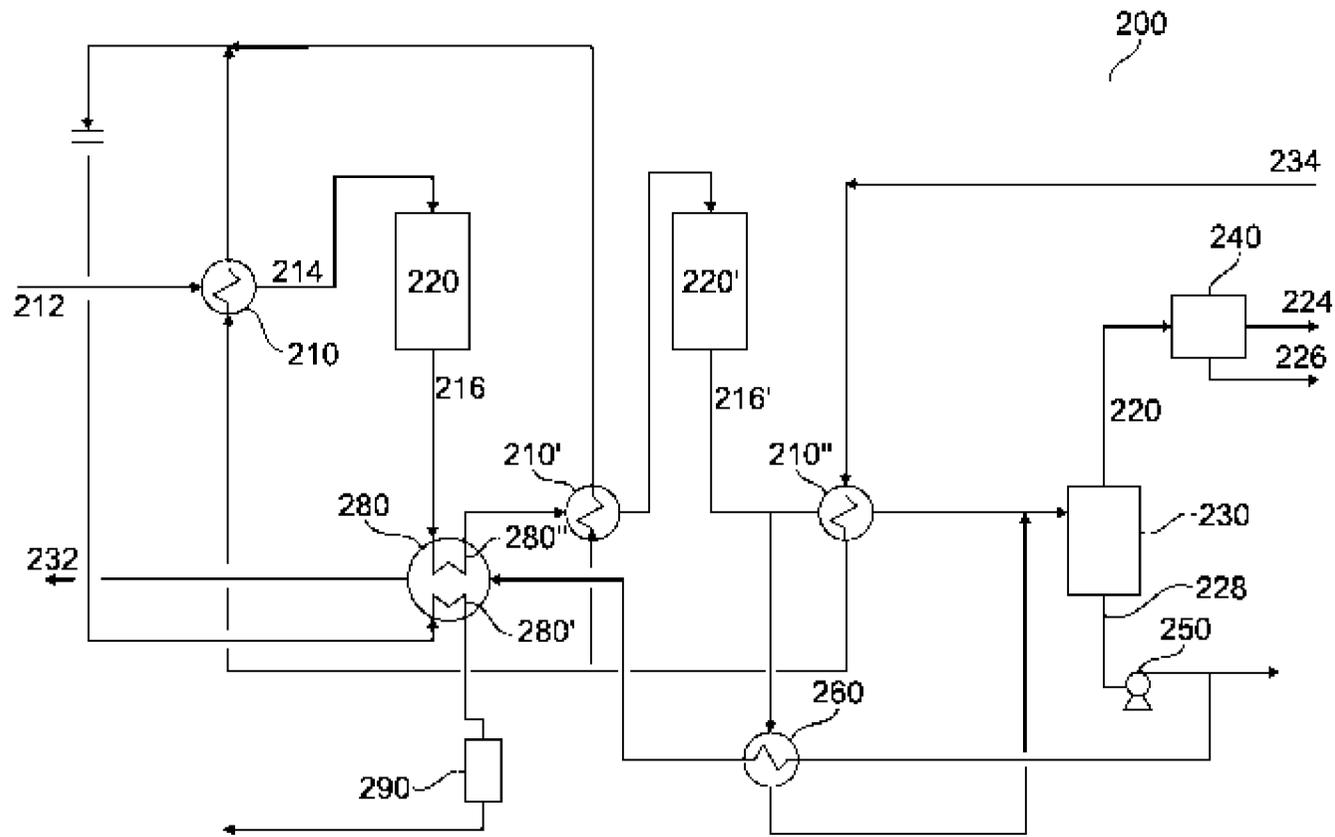
13. Установка по любому из пп. 10 - 12, дополнительно содержащая:

- средства нагнетания давления на технологический конденсат, такие как насос для подачи указанного потока технологического конденсата в указанный котел для технологического конденсата;
- емкость для конденсата и/или барабан для сбора конденсатного продукта из указанного потока чистого пара, используемого во время производства указанного потока технологического пара и, при необходимости, средства повышения давления, такие как насос для транспортировки и смешивания указанного конденсатного продукта с добавлением в установку ПВК.

14. Установка по любому из пп. 10 - 13, дополнительно содержащая теплообменник для непрямого нагрева технологического конденсата по ходу процесса перед указанным котлом для технологического конденсата, при этом указанный не прямой нагрев предпочтительно осуществляют с частью синтез-газа, отводимого по ходу процесса после указанной одной или более установок конверсии водяного газа, при этом установка предпочтительно также содержит средства отделения указанной части синтез-газа.



Фиг. 1



Фиг. 2