

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 037465

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.03.31

(21) Номер заявки
201691012

(22) Дата подачи заявки
2014.11.26

(51) Int. Cl. C01B 3/38 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА
ПОСРЕДСТВОМ РИФОРМИНГА УГЛЕВОДОРОДОВ

(31) 13194434.0

(32) 2013.11.26

(33) EP

(43) 2016.09.30

(86) PCT/EP2014/075670

(87) WO 2015/078915 2015.06.04

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ХАЛЬДОР ТОПСЁЭ А/С (DK)

(56) WO-A1-0160773
WO-A1-2010120962
WO-A1-2007134727
EP-A1-1977993

(72) Изобретатель:
Андерсён Нильс Ульрик (DK),
Жанардханан Мадханакришнан (GB)

(74) Представитель:
Беляева Е.Н. (BY)

(57) Настоящее изобретение относится к способу получения синтез-газа для производства аммиака посредством риформинга углеводородов, включающему следующие этапы: добавление первого количества пара к потоку углеводородов в первой точке смешения с паром с получением первой потоковой смеси; предварительный риформинг первой потоковой смеси на одном этапе предварительного риформинга, используя один предварительный риформер, причем соотношение пар/углерод (S/C) на одном этапе предварительного риформинга находится между 0,8-1,2; добавление второго количества пара к первой потоковой смеси, прошедшей предварительный риформинг, во второй точке смешения с паром с получением при этом второй потоковой смеси; и риформинг второй потоковой смеси, прошедшей предварительный риформинг, на последующем этапе риформинга без дополнительного предварительного риформинга потока второй потоковой смеси, отведенного из одного этапа предварительного риформинга, причем общее соотношение пар/углерод (S/C) находится между 2,5-4,0.

037465

B1

037465

B1

Настоящее изобретение относится к способу получения синтез-газа для производства аммиака посредством риформинга углеводородов.

Исходные данные

Сырье в виде природного газа или других текучих сред, содержащих углеводороды, используется в качестве исходной точки при производстве различных конечных продуктов, таких как аммиак, водород и метанол, а также более сложных продуктов.

Как правило, сырье, такое как природный газ, может подвергаться риформингу с использованием каталитических процессов в присутствии пара ("паровой процесс") и/или диоксида углерода в одном или нескольких риформерах с получением текучих сред, содержащих такие вещества, как монооксид углерода, водород, вода, метан и/или диоксид углерода, также известный как синтез-газ или синтетический газ. Синтетический газ может использоваться в дальнейшем при производстве различных конечных продуктов, в зависимости от его состава.

В установках синтеза зачастую необходимо предотвратить нагарообразование в риформерах. Одним из способов избежать нагарообразования является адиабатический предварительный риформинг, когда далее по ходу процесса один риформер или несколько риформеров функционируют при более сложных условиях. Кроме того, предварительный риформер может способствовать повышенной регенерации физического тепла газообразных продуктов горения и/или прошедшего риформинг технологического газа из риформера (риформеров). Тем не менее, в некоторых случаях предпочтительно использовать физическое тепло газообразных продуктов горения и/или прошедшего риформинг технологического газа для других целей, например для генерации пара для применения в паротурбинных приводах в установке производства аммиака, относящейся к установке производства мочевины.

Аспекты изобретения

В соответствии с настоящим изобретением предоставляется способ, обеспечивающий большую экономичность и меньшие затраты.

Краткое изложение сущности изобретения

Эти и другие преимущества обеспечиваются способом по настоящему изобретению. Способ получения синтез-газа для производства аммиака посредством риформинга углеводородов по настоящему изобретению включает следующие этапы:

добавление первого количества пара к потоку углеводородов в первой точке смешения с паром с получением первой потоковой смеси;

предварительный риформинг первой потоковой смеси на одном этапе предварительного риформинга, используя один предварительный риформер, причем соотношение пар/углерод (S/C) на одном этапе предварительного риформинга находится между 0,8-1,2;

добавление второго количества пара к первой потоковой смеси, прошедшей предварительный риформинг, во второй точке смешения с паром с получением при этом второй потоковой смеси; и

риформинг второй потоковой смеси, прошедшей предварительный риформинг, на последующем этапе риформинга без дополнительного предварительного риформинга потока второй потоковой смеси, отведенного из одного этапа предварительного риформинга,

причем общее соотношение пар/углерод (S/C) находится между 2,5-4,0.

В соответствии с частной формой осуществления способа по настоящему изобретению первое количество пара составляет 80% или менее от общего добавленного количества пара.

В случае если первое количество пара равно или меньше второго количества пара, например первое количество пара составляет до 50% или предпочтительно находится в диапазоне 20-40%, например составляет приблизительно 30% от общего количества пара, добавленного в первой и второй точках смешения с паром, то большая часть пара может поступать в обход предварительного риформера.

Когда часть пара может поступать в обход предварительного риформера, можно регулировать отношение пар/углерод в предварительном риформере таким образом, чтобы оно отличалось от общего отношения пар/углерод. Кроме того, такой обходной канал, по которому часть пара может поступать в обход предварительного риформера, означает, что объем предварительного риформера может быть уменьшен по сравнению с вариантом, когда производится добавление всего количества пара до подачи в предварительный риформер. Предпочтительно способ осуществляют в установке, содержащей один предварительный риформер.

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления изобретения способ также включает этап нагревания технологического потока или первой потоковой смеси до первого значения температуры T_1 перед подачей в предварительный риформер, что обеспечивает возможность оптимизации температуры реакции в предварительном риформере. Способ также может включать этап нагревания второй паровой смеси перед подачей в риформер.

Предпочтительно способ по изобретению осуществляется в установке, описанной ниже, при этом преимущественные характеристики и параметры установки могут применяться для соответствующих этапов способа.

Данная установка обеспечивает эксплуатацию риформера (риформеров) при более сложных условиях, в основном в отношении теплового потока, в результате чего снижаются общие затраты.

Указанная установка обеспечивает возможность обоснованного применения предварительных риформеров, которые, как правило, не применяются в установках производства аммиака, с использованием природного газа в качестве сырья.

Описанная установка обеспечивает возможность решения проблемных вопросов, связанных с требованиями по использованию тепла.

Указанная установка включает следующие элементы:

предварительный риформер, содержащий входное отверстие и выходное отверстие;

риформер, содержащий входное отверстие и выходное отверстие;

первую точку смешения с паром для добавления первого количества пара к технологическому потоку и вторую точку смешения с паром для добавления второго количества пара к технологическому потоку;

систему труб, подающую технологический поток в предварительный риформер и обеспечивающую прохождение текучей среды между выходным отверстием предварительного риформера и входным отверстием риформера, и

при этом первая точка смешения с паром расположена по ходу процесса до предварительного риформера, а вторая точка смешения с паром расположена между предварительным риформером и риформером. Такая конструкция обеспечивает возможность добавления части пара к технологическому потоку после прохождения через предварительный риформер.

Когда часть пара таким образом поступает в обход предварительного риформера, происходит изменение требований к предварительному риформеру, а также к его функциональным частям, таким как катализатор, по сравнению с вариантом конструкции, когда все количество пара, необходимое в дальнейшем для процесса риформинга, добавляется до того, как технологический поток поступает в предварительный риформер. Таким образом, можно получить конструкцию установки, которая обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными типами конструкции. Одним прямым преимуществом является снижение затрат как в экономическом отношении, так и в отношении энергопотребления, так как требуется меньшее количество катализатора в предварительном риформере без снижения эффективности, например, в отношении конверсии высших углеводов, что обеспечивает возможность функционирования риформера (риформеров) при более сложных условиях.

В соответствии с настоящим изобретением подразумевается, что термин "затраты" или "стоимость" может относиться не только к прямым экономическим затратам, но также и к энергопотреблению, а также к потреблению других ресурсов, например к эффективности использования материалов и т.д.

Технологический поток может содержать несколько различных текучих сред, включая различные углеводороды. Технологическим потоком является природный газ, однако технологическим потоком может являться даже тяжелая нефть.

Установка, содержащая предварительный риформер и риформер, может также содержать установки десульфуризации, риформеры других типов, установки конверсии водяного газа, установку удаления CO₂, установку метанации, установку очистки синтез-газа (например, установку адсорбции при переменном давлении), петлю синтеза аммиака и/или петлю синтеза метанола. Указанная установка может использоваться, например, для получения синтез-газа, например установка для получения аммиака может содержать или может быть связанной с установками для производства мочевины или установкой для производства метанола, которая, в свою очередь, может содержать секцию дистилляции метанола.

Предпочтительно указанная установка содержит один предварительный риформер.

Установка может содержать первое теплообменное устройство, с помощью которого осуществляется предварительное нагревание технологического потока, поступающего в предварительный риформер. В этом случае с помощью системы труб технологический поток может подаваться в первое теплообменное устройство, а оттуда - в предварительный риформер.

Также, в качестве альтернативы, установка может содержать второе теплообменное устройство, с помощью которого осуществляется предварительное нагревание технологического потока, поступающего в риформер, в этом случае с помощью системы труб выходящий поток из предварительного риформера может подаваться во второе теплообменное устройство, а оттуда - в риформер.

В зависимости от общей конструкции установки, а также от предполагаемого применения способа, количество пара может варьироваться. Предпочтительно конструкция установки предполагает добавление приблизительно 30% технологического пара в первой точке смешения с паром и/или добавление оставшегося количества технологического пара во второй точке смешения с паром.

Установка может иметь конструкцию, обеспечивающую возможность добавления определенных частей технологического пара или количеств пара в определенном диапазоне к технологическому потоку в первой и/или второй точке смешения путем того, что система труб, клапаны, предварительный риформер и/или риформер (риформеры) имеют такие размеры, чтобы обеспечивать добавление определенного первого количества пара/второго количества пара без создания ненужных потоков в системе. Предпочтительно в первой точке смешения с паром добавляют 20-75% технологического пара, например 25-50%. Более предпочтительно в первой точке смешения с паром добавляют 20-35% пара. Предпочтительно первое количество пара является точно определенным. Также предпочтительным является то, что первое

количество пара может варьироваться с помощью, например, устройств регулирования потока, таких как клапаны и т.д. Например, количество пара, которое добавляют в первой точке смешения, может варьироваться в диапазоне 20-60%, в зависимости, например, от необходимого отношения пар/углерод, состава технологического потока и/или температуры в предварительном риформере. Также возможно, чтобы количество пара, добавленного в первой точке смешения, было постоянным или постоянным в определенном диапазоне 20, 30, 45, 60% $\pm$, например, 10 или 15%.

Предпочтительно первое количество пара, добавляемое к потоку, подающемуся в предварительный риформер, может регулироваться для получения отношения пар/углерод в диапазоне 0,4-2,0, предпочтительно в диапазоне 0,8-1,2, для оптимизации отношения затрат на предварительный риформер и основной риформер. Первое количество технологического пара может также оптимизироваться для максимального увеличения эффективности использования избыточного тепла газообразных продуктов горения и/или технологического газа из риформера (риформеров). Это возможно путем размещения соответствующего количества катализатора предварительного риформинга, обеспечивающего уровень конверсии, близкий к равновесию реакции. Общая объемная скорость подачи газа может быть в диапазоне 2000-20000 $\text{нм}^3/\text{ч}/\text{м}^3$, например 5000-15000 $\text{нм}^3/\text{ч}/\text{м}^3$. Давление находится в диапазоне 6-60 бар, например 20-50 бар. Давление может предпочтительно составлять 25-40 бар.

Предпочтительно температура на подаче в предварительный риформер может регулироваться, в некоторых случаях, путем дополнительного предварительного нагрева потока на подаче в предварительный риформер с использованием теплообменного устройства. Температура на подаче в предварительный риформер может регулироваться в диапазоне 300-600°C, предпочтительно 400-550°C, для оптимизации отношения затрат на предварительный риформер и основной риформер. Температура на подаче в предварительный риформер может также оптимизироваться для максимального увеличения эффективности использования избыточного тепла газообразных продуктов горения и/или технологического газа из риформера (риформеров).

Настоящим изобретением предоставляется способ, обеспечивающий возможность эксплуатации предварительного риформера с низким поглощением физического тепла газообразных продуктов горения и/или синтез-газа и в то же время позволяющий добиться снижения размеров и стоимости как предварительного риформера, так и риформера (риформеров), расположенного далее по ходу процесса.

При использовании предварительного риформера можно обеспечить возможность подачи в риформер технологического потока с необходимым составом, например потока с минимальным содержанием высших углеводородов и соединений серы.

Путем регулирования первого количества технологического пара, добавляемого к потоку в первой точке смешения с паром, также можно добиться требуемого отношения пар/углерод на подаче в предварительный риформер.

При эксплуатации предварительного риформера при низких отношениях пар/углерод, т.е. когда отношение пар/углерод составляет 0,3-2,0, предпочтительно 0,8-1,2, может быть снижен объемный поток, проходящий через предварительный риформер, а также диаметр предварительного риформера, при этом перепад давления остается неизменным, что приводит к уменьшению стоимости устройства. В зависимости от конкретных условий, таких как состав технологического потока, отношение пар/углерод может быть даже ниже. Предварительный риформер может иметь конструкцию, обеспечивающую возможность функционирования в определенных диапазонах значений отношения пар/углерод, например при значениях 0,4, 1 или $1,5 \pm 10\%$ или $\pm 20\%$, для эффективного функционирования при колебаниях состава технологического потока и т.д.

Аналогичным образом, добавление второго количества пара во второй точке смешения с паром может использоваться для получения общего отношения пар/углерод 0,6-4,5 в зависимости от установки. Т.е. для некоторых установок могут быть предпочтительными относительно низкие значения отношения пар/углерод, например значения около 1, для других установок могут быть предпочтительными значения отношения пар/углерод в диапазоне 2, в то время как для оптимального функционирования установок третьего типа необходимо отношение пар/углерод около 3 или 4. Значения отношения пар/углерод, помимо прочего, могут быть выбраны, например, из следующих значений: 2,5-4,0 для установок по производству аммиака, 1,2-2,5 для установок по производству метанола, 1,5-3,0 для установок по производству водорода и метанола и 0,6-2,5 для установок по производству синтетического газа. Общее отношение пар/углерод - это общее количество технологического пара, т.е. сумма первого и второго количества технологического пара в отношении к общему потоку углерода из углеводородов в исходном технологическом потоке. Путем добавления второго количества технологического пара, с получением вышеуказанных общих значений отношения пар/углерод, обеспечивается оптимальный состав синтез-газа, поступающего из риформера.

Предпочтительно риформер представляет собой трубчатый риформер, который может иметь конструкцию печи с боковым обогревом, которая позволяет осуществлять точный температурный контроль, в результате чего обеспечивается долгий срок службы труб риформера, а также оптимальное использование материалов труб.

Риформер может быть различных типов, при этом можно добиться существенного увеличения

среднего теплового потока в трубчатом риформере. С применением предварительного риформера увеличение теплового потока в риформере может составить до 30% по сравнению с трубчатым риформером без предварительного риформера. Как правило, средний тепловой поток в трубчатом риформере с боковым обогревом может быть увеличен с 40000-90000 ккал/ч/м² до 60000-120000 ккал/ч/м². Предпочтительно риформер представляет собой адиабатический риформер. В предварительном риформере может осуществляться конверсия высших углеводородов в смесь, содержащую по меньшей мере одно или несколько из следующих веществ: монооксид углерода, диоксид углерода, водород, вода и метан.

В предварительном риформере и риформере могут использоваться различные катализаторы, в зависимости от конкретных рабочих условий и предусмотренного применения установки. Способ в соответствии с любым из вариантов осуществления изобретения и установки риформинга, где катализатором в предварительном риформере может являться катализатор на основе металла/оксида металла, например на основе Ni/Mg/алюмооксидной шпинели или Ni/оксида магния, например катализатор Topsøe AR-401 или Topsøe RKNR; и/или катализатор в риформере может быть низкочелочным катализатором или нещелочным катализатором, например Ni на оксидно-металлической подложке, например, на шпинельной оксидной керамике, например катализаторы Topsøe R67R-7H/R67-7H.

Как описано выше, установка обеспечивает возможность регулирования параметров способа с высокой точностью, в результате чего можно получить продукт с оптимальными свойствами, а также добиться снижения затрат. Комбинация предварительного риформера и первой и второй точек смешения с паром обеспечивает возможность оптимизации первой потоковой смеси, поступающей в предварительный риформер, в отношении получения технологического исходного потока с определенным составом, оптимизации потока для подачи в предварительный риформер, риформер и/или оптимизации параметров целевого продукта. Кроме того, указанные температуры в предварительном риформере дают возможность его применения, например, в установках по производству аммиака, где физическое тепло газообразных продуктов горения и/или прошедшего риформинга технологического газа может эффективно использоваться для получения необходимого потока, использующегося в расположенной далее по ходу процесса установке по производству мочевины.

Указанная установка позволяет добиться большей экономичности системы из-за уменьшения объемного потока, проходящего через предварительный риформер, и при этом обладает преимуществом конверсии высших углеводородов, обеспечивает функционирование риформера или риформеров, расположенных далее по ходу процесса, при более сложных условиях, в основном в отношении теплового потока, в результате чего снижаются общие затраты.

Таким образом, указанная установка обеспечивает экономичное решение для предварительного риформера, применяющегося в установках, для которых использование предварительного риформера в конструкции обычно нецелесообразно по экономическим причинам или в связи с требованиями энергопотребления.

Подробное описание изобретения

В следующем разделе описывается установка более подробно со ссылкой на представленные чертежи. Указанные чертежи приводятся исключительно в качестве примера, для иллюстрации аспектов представленной установки. Тем не менее, указанные чертежи и описание не должны рассматриваться в качестве ограничения объема настоящего изобретения.

На фиг. 1 показана установка риформинга.

На фиг. 2 приведен пример установки для производства аммиака.

На фиг. 1 показана установка 1 риформинга в установке синтез-газа, содержащая предварительный риформер 2 и риформер 3, которые соединены системой 4 труб. С помощью системы 5 труб осуществляют подачу технологического пара в предварительный риформер 2. Первая точка 6 смешения с паром связана с системой 5 труб до предварительного риформера по ходу процесса, что дает возможность добавления пара к технологическому потоку до подачи в предварительный риформер. Вторая точка 7 смешения с паром связана с системой 4 труб, что дает возможность добавления пара к выходящему потоку из предварительного риформера. Настоящая установка (конструкция которой приводится в качестве примера) также содержит систему 9 подачи топлива для горелок 10 для нагрева трубчатого риформера 3. Технологический процесс будет более подробно описан со ссылкой на следующие чертежи.

Показанная установка, как правило, представляет собой часть большей установки (не показана), например установки для производства аммиака или метанола из природного газа.

Установка также содержит несколько теплообменных устройств 11 для нагревания технологического потока/смеси технологического потока и пара до и/или после предварительного риформера.

Для установок парового риформинга углеводородное сырье (например, природный газ) при необходимости может подвергаться предварительной обработке, например, путем удаления газов серы (десульфуризации), после чего поток 5 углеводородов (технологический поток) смешивают с первой частью пара (технологического пара) в первой точке 6 смешения и подают в предварительный риформер 2. В предварительном риформере происходит конверсия углеводородов в смесь, содержащую оксиды углерода, водород, воду и метан, предпочтительно с помощью адиабатического процесса, осуществляющегося в адиабатическом реакторе с неподвижным слоем. В соответствии со способом по настоящему изобрете-

нию в установке добавление пара осуществляют до предварительного риформера и после предварительного риформера по ходу процесса, в первой точке 6 смешения с паром и второй точке 7 смешения с паром соответственно, в результате чего обеспечивается способ регулирования общего отношения пар/углерод для установки 1 риформинга, а также отношения пар/углерод в предварительном риформере 2.

Из предварительного риформера 2 технологический поток (являющийся выходящим потоком из предварительного риформера) подают далее по ходу процесса, на следующие этапы, включая реакции по меньшей мере в одном риформере 3. В таком риформере или нескольких риформерах осуществляют реакцию риформинга, реакцию конверсии водяного газа и/или, при необходимости, реакцию частичного окисления для получения выходящего газа из установки риформинга (синтетического газа) с определенным составом. Состав синтетического газа может зависеть от его дальнейшего предусмотренного применения. В случае если синтетический газ используют для производства аммиака, то он предпочтительно содержит 50-70 об.% (сухой) H_2 , 20-30 об.% (сухой) N_2 , 10-20 об.% (сухой) CO , остаток до 100% CO_2 и Ar .

Настоящий способ и установка риформинга могут применяться в установке для производства, например, аммиака, метанола, водорода и установке, где используется синтез-газ, для производства более сложных соединений. Одним из примеров является установка для получения аммиака в соответствии с фиг. 2, где способ по настоящему изобретению и установка, таким образом, относятся к секции, включающей описанные в тексте настоящего патента и формулы изобретения этапы и части (предварительный риформер и вторая точка смешения с паром не показаны). Аммиачный продукт, произведенный в установке, изображенной на фиг. 2, может использоваться, при необходимости, для производства мочевины. При производстве мочевины с применением установки в соответствии с фиг. 2 желательно обеспечить возможность использования достаточного количества пара/электроэнергии, которые по возможности остаются после способа получения синтетического газа, в установке производства мочевины, при этом в случае обычных способов и установок с обычной конструкцией этап предварительного риформинга противоречит возможности такого использования. Тем не менее, настоящим изобретением предоставляется способ и описывается установка, обеспечивающие возможность использования предварительного риформера также и в установке для получения аммиака для производства мочевины.

Пример

В таблице ниже приведены три различные конфигурации установки риформинга в установке производства аммиака.

"Исходный вариант" означает обычную конфигурацию без предварительного риформера. Как правило, при такой конфигурации условия генерирования пара соответствуют требованиям в смежной установке производства мочевины.

"Вариант 1" представляет собой установку для производства аммиака с предварительным риформером, в которой все количество технологического пара проходит через предварительный риформер, и поток подачи в риформер подвергается предварительному нагреванию, как и в "Исходном варианте". Так как частично происходит эндотермическая реакция риформинга, нагрузка на трубчатый риформер снижается. Кроме того, происходит конверсия всех высших углеводородов, и тепловой поток в трубчатом риформере может быть увеличен без нагарообразования. В качестве вторичного эффекта генерирование пара в установке получения аммиака также снижается, что приводит к увеличению эффективности комбинации предварительного риформера, предварительного нагрева риформера и трубчатого риформера.

"Вариант 2" представляет собой пример конструкции по настоящему изобретению. До подачи в предварительный риформер добавляется лишь 34,5% технологического пара, в то время как оставшаяся часть технологического пара добавляется между предварительным риформером и трубчатым риформером. Кроме того, температура на подаче в предварительный риформер снижается до 430°C. При этом генерирование пара сохраняется на более высоком уровне по сравнению с "Исходным вариантом", в то же время путем конверсии высших углеводородов преимущественно обеспечивается уменьшение размера трубчатого риформера. Кроме того, размер предварительного риформера также уменьшается по сравнению с "Вариантом 1" вследствие значительного уменьшения объемного потока.

"Вариант 2" является более предпочтительным в том отношении, что генерирование пара в этом случае выше, чем в "Исходном варианте", что зачастую является предпочтительным, так как генерирование пара в установке производства аммиака является более эффективным, чем в обычном вспомогательном котле, в то же время используются преимущества применения предварительного риформера, что приводит к снижению затрат на установку риформинга.

Вариант		Исходный вариант, без предварительного риформера	Вариант 1 Предварительный риформер Все количество пара подают в предвари- тельный риформер	Вариант 2 Предварительный риформер Последовательное добавление пара ча- стями
Производительность уста- новки	тонн в сут- ки	2,100	2,100	2,100
Общее отношение		2.9	2.9	2.9
пар/углерод				
Предварительный рифор- мер		Нет	Да	Да
Температура на подаче в риформер	°C	Исходная	Исходная	Исходная
Температура газообразных продуктов горения (макс.)	°C	1,045	1,070	1,070
Генерирование пара	тонн/ч.	369	361	375
Риформер				
Тип печи		с боковым обогревом, двойная	с боковым обогревом, двойная	с боковым обогревом, двойная
Количество труб		230	216	232
Внутренний/внешний диаметр труб	мм	132/152	116/136	116/136
Средний тепловой поток	Мкал/м²/ч.	83	94	91
Объем катализатора	м³	41	30	32
Горелки		600	560	576
Предварительный ри- формер				
Общее отношение пар/ уг- лерод (входное отверстие предварительного рифор- мера)			2.9	1
Температура на подаче	°C		490	430
Температура на выходе	°C		442	421
Объем катализатора	м³		15.3	12.0

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения синтез-газа для производства аммиака посредством риформинга углеводородов, включающий следующие этапы:

добавление первого количества пара к потоку углеводородов в первой точке смешения с паром с получением первой потоковой смеси;

предварительный риформинг первой потоковой смеси на одном этапе предварительного риформинга, используя один предварительный риформер, причем соотношение пар/углерод (S/C) на одном этапе предварительного риформинга находится между 0,8-1,2;

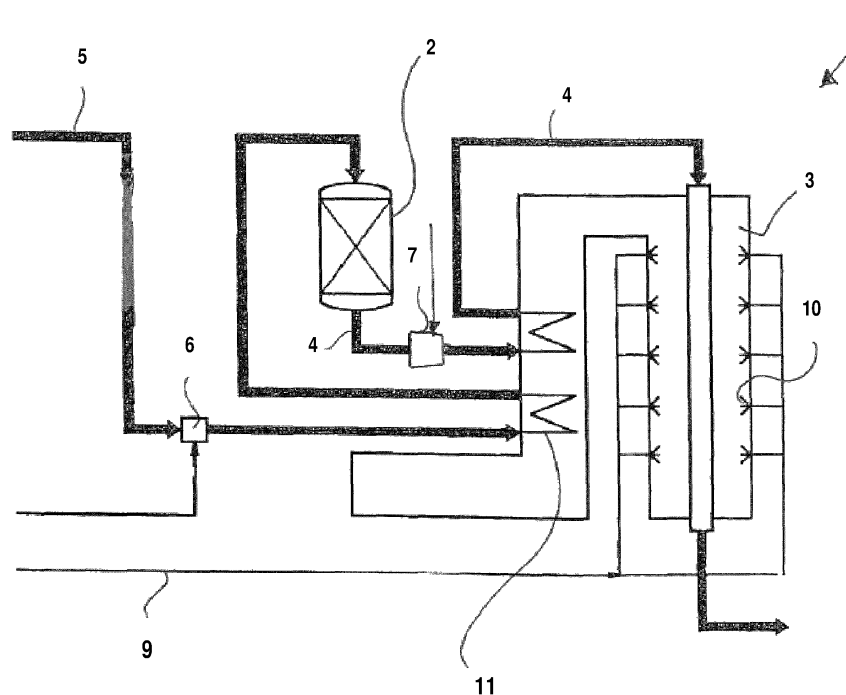
добавление второго количества пара к первой потоковой смеси, прошедшей предварительный риформинг, во второй точке смешения с паром с получением при этом второй потоковой смеси; и риформинг второй потоковой смеси, прошедшей предварительный риформинг, на последующем

этапе риформинга без дополнительного предварительного риформинга потока второй потоковой смеси, отведенного из одного этапа предварительного риформинга, причем общее соотношение пар/углерод (S/C) находится между 2,5-4,0.

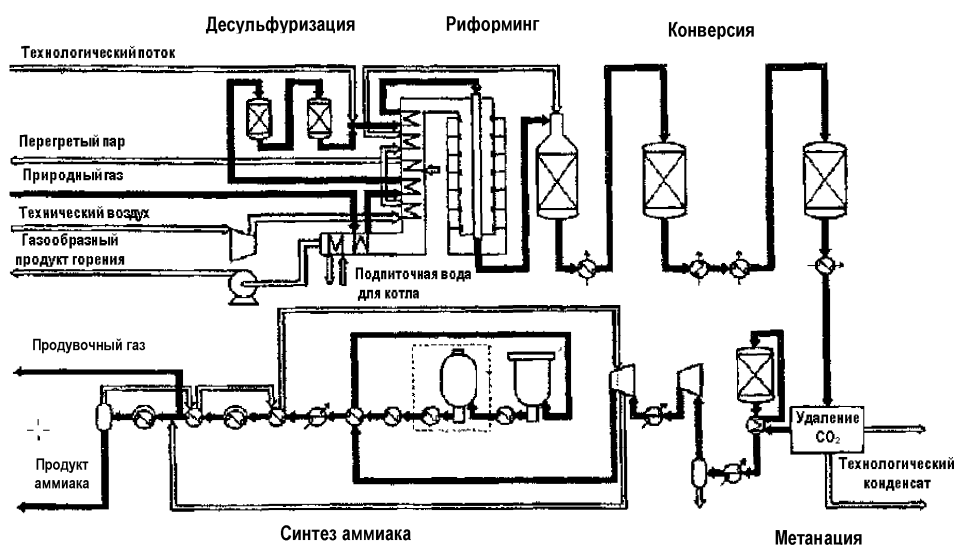
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что первое количество пара составляет 80% или менее от общего добавленного количества пара.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что первое количество пара равно или меньше второго количества пара, как например, первое количество пара составляет 50, 40, 33, 30 или 20% от общего количества пара, добавленного в первой и второй точке смешения с паром.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что температуру смеси пара и/или потока углеводородов регулируют с обеспечением температуры на входе предварительного риформинга, находящейся между 300-600°C, как например 350-550, 400-500 и/или 400-550°C.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

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