

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038145**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.07.13

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

(21) Номер заявки
201892279

(22) Дата подачи заявки
2017.04.12

(54) **СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕЗ-ГАЗА ПОСРЕДСТВОМ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПАРОВОГО РИФОРМИНГА УГЛЕВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЕВОГО ГАЗА**

(31) **16400012.7**

(56) **US-A1-2005288381
EP-A2-1849747
GB-A-2006814**

(32) **2016.04.22**

(33) **EP**

(43) **2019.03.29**

(86) **PCT/EP2017/025088**

(87) **WO 2017/182140 2017.10.26**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**Л'ЭР ЛИКВИД СОСЬЕТЕ АНОНИМ
ПУР Л'ЭТЮД И ЛЕКСПЛОТАСЙОН
ДЕ ПРОСИД ЖОРЖ КЛОД (FR)**

(72) Изобретатель:
**Тадьелло Жан-Филипп (DE), Кан
Тэю (US), Венц Томас, Юэ Чэнь (DE)**

(74) Представитель:
**Веселицкая И.А., Кузенкова Н.В.,
Веселицкий М.Б., Каксис Р.А.,
Белоусов Ю.В., Куликов А.В.,
Кузнецова Е.В., Кузнецова Т.В.,
Соколов Р.А. (RU)**

(57) Способ и установка для получения синтез-газа, в основном состоящего из водорода и монооксида углерода, посредством каталитического парового риформинга углеводородсодержащего сырьевого газа, при этом тепло горелок, требуемое для осуществления химических реакций риформинга, генерируют посредством получения дымового газа и при этом посредством использования тепла, содержащегося в синтез-газе и в дымовом газе, чистый пар генерируют из котловой питательной воды и технологический пар генерируют из технологического конденсата, при этом для генерирования чистого пара используют синтез-газ и дымовой газ и для генерирования технологического пара используют часть чистого пара в качестве теплоносителя, а остальную часть чистого пара выводят из способа в качестве отводимого пара.

038145 B1

038145 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к способу получения синтез-газа, в основном состоящего из водорода и монооксида углерода, посредством каталитического парового риформинга углеводородсодержащего сырьевого газа, при этом тепло горелок, требуемое для осуществления химических реакций риформинга, генерируют посредством получения дымового газа, и при этом посредством использования тепла, содержащегося в синтез-газе и в дымовом газе, чистый пар генерируют из котловой питательной воды и технологический пар генерируют из технологического конденсата.

Кроме того, настоящее изобретение относится к установке для осуществления данного способа.

Уровень техники

Такие способы и установки являются известными. Лежащий в основе способ каталитического парового риформинга углеводородсодержащего сырьевого газа описан, например, в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, шестое издание, том 15-й, "Gas Production", раздел 2. Сырьевые газы, углеводородсодержащий газ, такой как природный газ и пар, пропускают через реакторные трубы с внешним обогревом, заполненные катализатором, при повышенном давлении, например при 20-35 бар, и высокой температуре, например 800-950°C. Сырьевые газы конвертируют в синтез-газ с высоким содержанием водорода и монооксида углерода. Такой трубчатый реактор часто называется SMR, и процесс называется процессом SMR, что является сокращенным наименованием соответственно установки для парового риформинга метана. Для отделения фракции водорода от синтез-газа часто используется способ адсорбции с перепадом давления, который описан в разделе 5.5.3 того же тома Ullmann.

Для экономичности способа очень важно использовать энергию нагрева, затрачиваемую на нагрев сырьевых газов и для осуществления, в целом, эндотермических реакций риформинга, насколько это возможно, для генерирования пара. Пар, используемый совместно с углеводородсодержащим сырьевым газом, называется технологическим паром. Его получают посредством повторного испарения конденсата, образованного и осажденного из синтез-газа при его охлаждении. Содержание тепла синтез-газа и дымового газа однако превышает количество тепла, необходимое для генерирования технологического пара. Для эффективного использования данного избыточного тепла оно же используется для генерирования так называемого отводимого пара, который в основном используется вне способа парового риформинга метана. Для того, чтобы не перегружать отводимый пар примесями из способа парового риформинга метана, для его генерирования используется пресная котловая питательная вода. Часть отводимого пара используется для компенсации потерь на промывку во время генерирования технологического пара.

Использование тепла, содержащегося в синтез-газе и в дымовом газе, для генерирования пара во многих случаях осуществляется посредством косвенного теплообмена между этими газами и технологическим конденсатом и котловой питательной водой. В патенте Германии DE 10 2010 044 939 B3 описан способ, осуществляемый таким образом.

Цель настоящего изобретения заключается в обеспечении способа и установки, в которых передача тепла от синтез-газа и от дымового газа для генерирования паров осуществляется альтернативным путем.

Сущность изобретения

Указанная цель достигается посредством способа согласно п.1 формулы и посредством установки согласно настоящему изобретению с признаками согласно п. формулы.

Способ согласно настоящему изобретению

Способ получения синтез-газа, в основном состоящего из водорода и монооксида углерода, посредством каталитического парового риформинга углеводородсодержащего сырьевого газа, при этом тепло горелок, требуемое для осуществления химических реакций риформинга, генерируют посредством получения дымового газа и при этом посредством использования тепла, содержащегося в синтез-газе и в дымовом газе, чистый пар генерируют из котловой питательной воды и технологический пар генерируют из технологического конденсата, характеризующийся тем, что для генерирования чистого пара используют синтез-газ и дымовой газ и для генерирования подаваемого на стадию риформинга технологического пара используют часть чистого пара в качестве теплоносителя, а остальную часть чистого пара выводят из способа в качестве отводимого пара.

При этом соответствующие давления той части чистого пара, которую используют как теплоноситель для генерирования технологического пара, и той части, которую выводят из способа в качестве отводимого пара, регулируют независимо друг от друга. Давление для отводимого пара, которое часто требуется потребителю, внешнему по отношению к способу, составляет до 52 бар. Однако данное давление не является оптимальным для использования пара в качестве теплоносителя внутри способа. Данный аспект обеспечивает снижение давления для данного внутреннего использования до, например, 39 бар. Благодаря такому уменьшению давления энтальпия конденсации пара увеличивается на 5,8%, что приводит к снижению количества чистого пара, требуемого для генерирования технологического пара. Кроме того, детали, используемые для генерирования технологического пара, могут быть сконструированы для данного более низкого давления и, следовательно, быть менее дорогостоящими.

Установка согласно настоящему изобретению

Установка для осуществления способа согласно настоящему изобретению содержит:

по меньшей мере одну трубную печь для осуществления каталитического парового риформинга с

получением синтез-газа,

котел для термической дегазации котловой питательной воды,

паровой котел для генерирования чистого пара из котловой питательной воды,

по меньшей мере один теплообменник, каждый из которых выполнен с возможностью нагрева и испарения котловой питательной воды в указанном паровом котле посредством тепла синтез-газа и посредством тепла дымового газа,

по меньшей мере одно устройство для механического отделения конденсата от синтез-газа,

паровой котел для генерирования технологического пара из полученного в устройстве механического отделения конденсата, снабженный теплообменником, выполненным с возможностью применения чистого пара в качестве теплоносителя.

При этом отдельные устройства управления предусмотрены для регулирования и контроля давлений той части чистого пара, которая используется как теплоноситель для генерирования технологического пара, и той части, которая выводится из способа в качестве отводимого пара. Посредством данного оборудования давление пара может быть отрегулировано отдельно в соответствии с требованиями потребителя отводимого пара, а также внутреннего генерирования технологического пара.

При этом в предпочтительном аспекте установки согласно изобретению паровой котел для генерирования технологического пара снабжен внутренним пластинчатым теплообменником. Пластинчатые теплообменники обеспечивают настолько большую поверхность теплообменника относительно внешних размеров теплообменника, что теплообменник может быть встроен в паровой котел, и, таким образом, внешний теплообменник может быть исключен. Благодаря данной конструкции пространство, требуемое для частей установки для генерирования технологического пара, уменьшается.

В другом предпочтительном варианте осуществления установки согласно изобретению части установки, находящиеся в контакте с технологическим конденсатом и технологическим паром, выполнены из нержавеющей стали.

Благодаря данной конструкции можно оставить примеси, такие как CO и CO₂, в технологическом конденсате, то есть окружающая среда не загрязняется в результате дегазации технологического конденсата, и данные составляющие снова подаются в способ риформинга посредством технологического пара. Благодаря использованию нержавеющей стали добавление химических веществ для связывания кислорода и регулирования pH можно исключить.

Иллюстративный вариант осуществления

Дополнительные признаки, преимущества и возможные виды применения изобретения также могут быть взяты из представленного ниже описания иллюстративного варианта осуществления и примера с числовыми значениями, а также из графического материала. Все описанные и/или проиллюстрированные признаки образуют сущность изобретения сами по себе или в любой комбинации независимо от их включения в формулу изобретения или обратных ссылок на них.

Способ согласно настоящему изобретению будет подробно описан ниже со ссылкой на фигуру, на которой показана структурная схема приведенного в качестве примера варианта осуществления установки согласно настоящему изобретению.

На структурной схеме показан приведенный в качестве примера вариант осуществления установки 1 согласно настоящему изобретению, которая в настоящем примере служит для получения водорода из углеводородсодержащего сырьевого газа, такого как, например, природный газ и пар. Показаны только части установки или способа, которые являются важными для понимания изобретения.

В установке 2 для парового риформинга метана, выполненной в виде трубной печи, сырьевой газ, состоящий из природного газа 3 и технологического пара 4, конвертируется в синтез-газ 5, в основном состоящий из монооксида углерода и водорода. Установка 2 для парового риформинга метана нагревается посредством горелок 6, из которых в данном документе показана только одна, которые работают на воздухе 7 и топливном газе 8, с получением дымового газа 9. Для использования тепла, содержащегося в синтез-газе 5 и в дымовом газе 9, они же используются в качестве теплоносителя для нагревания парового котла 10 посредством теплообменников 10a и 10b, и синтез-газ 5 также дополнительно используется для нагревания природного газа 3 посредством теплообменника 20 и котла 11 для дегазации посредством теплообменника 11a. В котле 11 для дегазации котловая питательная вода 12 подвергается термической дегазации, при этом удаляемый газ 21 выводится из установки. Посредством трубопровода 13 дегазированная и нагретая котловая питательная вода подается в паровой котел 10, в котором она испаряется с получением чистого пара. Часть чистого пара выводится из способа или установки в качестве отводимого пара 14a, другая часть 14b используется в качестве нагревающего пара для нагревания парового котла 17, который снабжен внутренним пластинчатым теплообменником 17a. Конденсат, полученный в теплообменнике 17a, обратно подают в котел 11 для дегазации посредством трубопровода 22.

Каждое из давления пара 14a и давления пара 14b регулируется посредством трубопроводной арматуры 23a и 23b.

После теплообмена с котловой питательной водой в теплообменнике 10b дымовой газ 9 выводится из способа для дополнительной обработки.

В сепараторе 15 конденсата водный конденсат 16, образованный в синтез-газе, отделяется и вводит-

ся в паровые котлы 17. Здесь он испаряется с получением технологического пара 4 посредством теплообменника 17а, при этом частичный поток чистого пара используется в качестве нагревающего пара 14b, теплоносителя и затем вводится в котел 11 для дегазации. После отделения конденсата синтез-газ 5 обрабатывают в установке 18 для адсорбции с перепадом давления, при этом фракция 19 водорода отделяется от синтез-газа и выводится из установки или из способа для дальнейшей обработки. Остаточный газ 8, оставшийся после отделения водорода, затем подается к горелкам 6 установки 2 для парового риформинга метана в качестве топливного газа 8.

Промышленная применимость

В настоящем изобретении предлагается альтернативный способ и альтернативная установка для получения синтез-газа посредством парового риформинга углеводородсодержащего газа. Конструкция данной системы для получения технологического пара была изменена, таким образом достигнуты энергетические и конструктивные преимущества. Таким образом, настоящее изобретение является промышленно применимым.

Перечень номеров позиций

- 1 - установка согласно изобретению
- 2 - установка для парового риформинга метана (SMR)
- 3 - поток природного газа
- 4 - технологический пар
- 5 - синтез-газ
- 6 - горелка
- 7 - воздух для сжигания
- 8 - остаточный/топливный газ
- 9 - дымовой газ
- 10 - паровой котел для отводимого пара с теплообменниками 10а, b
- 11 - котел для дегазации с теплообменником 11а
- 12 - котловая питательная вода, пресная
- 13 - котловая питательная вода, дегазированная
- 14а - отводимый пар
- 14b - нагревающий пар
- 15 - сепаратор конденсата
- 16 - конденсат
- 17 - паровой котел для технологического пара с теплообменником 17а
- 18 - установка для адсорбции с перепадом давления
- 19 - водород
- 20 - теплообменник
- 21 - газ, удаленный из котловой питательной воды
- 22 - трубопровод для рециркуляции конденсата
- 23 а, b - трубопроводная арматура для регулирования давления пара

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения синтез-газа, в основном состоящего из водорода и монооксида углерода, посредством каталитического парового риформинга углеводородсодержащего сырьевого газа, при этом тепло горелок, требуемое для осуществления химических реакций риформинга, генерируют посредством получения дымового газа и при этом посредством использования тепла, содержащегося в синтез-газе и в дымовом газе, чистый пар генерируют из котловой питательной воды и технологический пар генерируют из выделенного из синтез-газа технологического конденсата, отличающийся тем, что для генерирования чистого пара используют синтез-газ и дымовой газ и для генерирования подаваемого на стадию риформинга технологического пара используют часть чистого пара в качестве теплоносителя, а остальную часть чистого пара выводят из способа в качестве отводимого пара, причем соответствующие давления той части чистого пара, которую используют как теплоноситель для генерирования технологического пара, и той части, которую выводят из способа в качестве отводимого пара, регулируют независимо друг от друга.

2. Установка для осуществления способа по п.1, содержащая:

по меньшей мере одну трубную печь для осуществления каталитического парового риформинга с получением синтез-газа и дымового газа,

котел для термической дегазации котловой питательной воды, паровой котел для генерирования чистого пара из котловой питательной воды,

по меньшей мере один теплообменник, каждый из которых выполнен с возможностью нагрева и испарения котловой питательной воды в указанном паровом котле посредством тепла синтез-газа и посредством тепла дымового газа,

по меньшей мере одно устройство для механического отделения конденсата от синтез-газа,

паровой котел для генерирования технологического пара из полученного в устройстве механического отделения конденсата, снабженный теплообменником, выполненным с возможностью применения чистого пара в качестве теплоносителя,

причем отдельные устройства управления предусмотрены для регулирования и контроля давлений той части чистого пара, которая используется как теплоноситель для генерирования технологического пара, и той части, которая выводится из способа в качестве отводимого пара.

3. Установка по п.2, отличающаяся тем, что паровой котел для генерирования технологического пара снабжен внутренним пластинчатым теплообменником.

4. Установка по п.2 или 3, отличающаяся тем, что части установки, находящиеся в контакте с технологическим конденсатом и технологическим паром, выполнены из нержавеющей стали.

