

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039454**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.01.28

(51) Int. Cl. **C01B 3/34 (2006.01)**
C10G 9/36 (2006.01)

(21) Номер заявки
201990728

(22) Дата подачи заявки
2017.08.29

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ ПАРОВОГО РИФОРМИНГА**

(31) **16189376.3**

(32) **2016.09.19**

(33) **EP**

(43) **2019.08.30**

(86) **PCT/IB2017/055180**

(87) **WO 2018/051204 2018.03.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**САБИК ГЛОБАЛ ТЕКНОЛОДЖИС
Б.В. (NL)**

(72) Изобретатель:
Ван Виллигенбург Йорис (NL)

(74) Представитель:
**Гизатуллина Е.М., Строкова О.В.,
Гизатуллин Ш.Ф., Лебедев В.В.,
Угрюмов В.М., Осипенко Н.В.,
Николаева О.А. (RU)**

(56) **US-A-4297204
US-A-4740290
US-A1-2006127305
US-A-3862899
WO-A1-0125142**

(57) Система парового риформинга содержит установку парового крекинга и установку парового риформинга. Установка парового крекинга содержит блок парового крекинга, в котором подвергают паровому крекингу поток исходного материала и получают поток, содержащий водород, метан и углеводороды C2+; теплообменник, в котором охлаждают поток продуктов парового крекинга; разделительный блок, в котором разделяют охлажденный поток продуктов парового крекинга на газовый поток, содержащий водород и метан, и жидкий поток, содержащий метан и углеводороды C2+; деметанизатор, в который вводят жидкий поток с получением третьего потока, содержащего по меньшей мере 95% метана, и четвертого потока, содержащего углеводороды C2+. Установка парового риформинга содержит подогреватель исходного материала, в который вводят третий поток и пар с получением подогретого потока, и блок парового риформинга, выполненный с возможностью нагревания подогретого потока по меньшей мере до 800°C и парового риформинга нагретого потока с получением потока продуктов, содержащего водород и CO₂.

039454 B1

039454

B1

Ссылка на родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет европейской патентной заявки № 16189376.3, поданной 19 сентября 2016 г., которая во всей своей полноте включена в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники настоящего изобретения

Настоящее изобретение относится к системе парового риформинга. Кроме того, настоящее изобретение относится к способу парового риформинга.

Уровень техники настоящего изобретения

Получение водорода посредством парового риформинга природного газа представляет собой хорошо налаженную технологию. Пример установки парового риформинга описывает "Энциклопедия химической технологии" (Ullmann) в главе "Водород, 2. Производство". Установка парового риформинга, проиллюстрированная на фиг. 10 с. 266 этой книги, содержит подогреватель исходного материала в конвекционной секции печи, который подогревает исходный материал за счет доступного тепла конвективного теплопереноса от горячего топочного газа для печи установки риформинга. После этой стадии исходный материал нагревают до температуры, значительно превышающей 800°C, в трубах установки риформинга, наполненных катализатором для получения водорода.

В патенте США № 4,297,204 описан способ термического крекинга углеводородов для получения олефинов с повышенным выходом углеводородов, кипящих выше 200°C, на стадии термического крекинга, из которых предпочтительно удаляют полимерные компоненты, причем в результате каталитического гидрирования получают углеводороды, кипящие выше 200°C, и полученные гидрированные углеводороды возвращают на стадию термического крекинга (см. реферат).

В патенте США № 4,740,290 описан способ термического крекинга тяжелого масла, содержащего неиспаряющиеся высокомолекулярные углеводороды, в присутствии пара в одной или нескольких трубах или каналах термического крекинга, причем этот способ отличается тем, что текучую среду, содержащую пар и тяжелое масло, пропускают через трубу термического крекинга таким образом, что термический крекинг осуществляют в следующих условиях: (а) температура текучей среды в трубе термического крекинга от 800 до 1100°C; (b) манометрическое давление текучей среды в трубе термического крекинга от 0 до 50 кг/см²; (с) скорость потока или движения текучей среды через трубу термического крекинга от 10 до 100 м/с и (d) продолжительность пребывания текучей среды в трубе термического крекинга по меньшей мере 0,2 с. В опубликованной заявке на патент США № 2006/0127305 A1 описан способ переработки углеводородного исходного материала, где последовательно осуществляют выше по потоку первый процесс гидропереработки углеводородов, для чего присутствует по меньшей мере одна реакционная камера, причем реакцию или реакции проводят внутри вышеупомянутых камер и используют по меньшей мере одну твердую фазу, по меньшей мере одну жидкую фазу и по меньшей мере одну газовую фазу; и ниже по потоку второй процесс парового риформинга, для чего присутствует по меньшей мере одна реакционная камера, причем способ отличается тем, что вышеупомянутый процесс выше по потоку осуществляют в режиме суспензии и/или кипящего слоя, и тем, что процесс ниже по потоку предусматривает первую стадию, так называемую стадию предварительного риформинга для по меньшей мере частичного превращения углеводородов тяжелее метана в метан, и тем, что реакция или реакции процесса риформинга, происходящего в камерах ниже по потоку, обеспечивают получение реагента, а именно водорода, который необходим для реакций первого процесса выше по потоку.

В патенте США № 3,862,899 описано получение синтетического газа и чистых горючих материалов посредством интеграции каталитического крекинга и каталитического парового риформинга текучей среды, и, более конкретно, раскрытие относится к комбинации технологических стадий, на которых тяжелое углеводородное масло подвергают крекингу в блоке каталитического крекинга тяжелого масла с получением выходящего потока верхней фракции крекинга, которую гидрируют, а полученный в результате выходящий поток насыщенного десульфурованного продукта подвергают риформингу в блоке каталитического парового риформинга с получением синтетического газа. Патент США № 3,862,899 также относится к получению заменителя природного газа и к получению заменителя природного газа и жидкого топлива с низким содержанием серы посредством многостадийной переработки сырой нефти согласно его описанию.

В международной заявке WO 01/25142 описан способ получения синтетического газа, т.е. смесей, содержащих молекулярный водород и оксиды углерода, из исходных материалов, содержащих метан и/или высшие углеводороды, содержащие от приблизительно 2 до приблизительно 12 атомов углерода, посредством начальной каталитической переработки исходного материала с получением метансодержащей газообразной смеси, в которой практически отсутствуют соединения, содержащие 2 или более атомов углерода, и риформинг газообразной смеси при повышенных температурах с применением никельсодержащих каталитических материалов, которые проявляют необычную активность в мягких условиях превращения и устойчивость к дезактивации, причем способ составляют, в основном, превращение высших углеводородных соединений с образованием метансодержащей газообразной смеси, в которой практически отсутствуют соединения, содержащие 2 или более атомов углерода, в зоне начального превращения, содержащей катализатор, причем температуру в зоне начального превращения регулируют в диа-

пазоне температур от приблизительно 500°C до приблизительно 300°C, и риформинг метансодержащей газообразной смеси паром и/или диоксидом углерода в последующей зоне, содержащей катализатор, при повышенных уровнях температуры и давления, достаточных для получения синтетического газа.

Получение водорода посредством парового риформинга расходует энергию. Печь установки риформинга обеспечивает тепло, требуемое для реакции, а также нагревание исходного материала реактора до достижения температуры реакции от температуры после подогревания исходного материала. Один из важных факторов, которые определяют количество сжигаемого топлива, требуемого для печи, представляет собой температура исходного материала после подогревания.

Общеизвестно, что в отличие от парового риформинга термический крекинг углеводородов начинается при высоких температурах. Известный нежелательный эффект термического крекинга представляет собой образование кокса на трубах подогревания исходного материала в конвективном пучке. Таким образом, температуру труб подогревания исходного материала следует поддерживать на уровне ниже температуры, при которой происходит значительный крекинг исходного материала. Для осуществления такого термического крекинга легких углеводородов требуются более высокие температуры, чем в случае тяжелых углеводородов. При температуре, при которой не происходит крекинг метана, могут подвергаться крекингу другие компоненты исходного материала, такие как этан и более тяжелые компоненты.

Кроме того, катализатор в трубах установки риформинга является весьма чувствительным к серо-содержащим компонентам, и для удаления указанных компонентов из исходного материала соответствующее устройство обычно помещают в установку парового риформинга.

Задачи настоящего изобретения

Задача настоящего изобретения заключается в том, чтобы предложить систему и способ парового риформинга, посредством которых решают вышеупомянутые и/или другие проблемы.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Соответственно, настоящее изобретение предлагает систему парового крекинга и парового риформинга, содержащую установку (100) парового крекинга и установку (200) парового риформинга, причем установка (100) парового крекинга содержит:

i) блок (110) парового крекинга, выполненный с возможностью парового крекинга потока (1) исходного материала парового крекинга с получением потока (2) продуктов парового крекинга, содержащего водород, метан и углеводороды C₂+,

ii) теплообменник (120) для охлаждения потока (2) продуктов парового крекинга с получением охлажденного потока (3) продуктов парового крекинга,

iii) разделительный блок (130), выполненный с возможностью разделения охлажденного потока (3) продуктов парового крекинга на первый газовый поток (4), содержащий водород и метан, и второй жидкий поток (5), содержащий метан и углеводороды C₂+,

iv) деметанизатор (140), выполненный с возможностью приема по меньшей мере упомянутого второго жидкого потока (5) и получения третьего потока (6), содержащего метан, и четвертого потока (7), содержащего углеводороды C₂+, причем количество метана в третьем потоке (6) составляет по меньшей мере 95 мас.%; и

установка (200) парового риформинга содержит:

v) подогреватель (210) исходного материала, выполненный с возможностью приема упомянутого третьего потока (6) и пара с получением подогретого потока (10) и

vi) блок (220) парового риформинга, выполненный с возможностью нагревания упомянутого подогретого потока (10) до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C, и парового риформинга полученного нагретого потока с получением потока (11) продуктов парового риформинга, содержащего водород и CO₂.

Условные номера, приведенные в настоящем документе, означают вариант осуществления, проиллюстрированный чертежом, который описан далее, но следует понимать, что они использованы только для цели разъяснения, и настоящее изобретение не ограничено вариантами осуществления, проиллюстрированными чертежом.

Термин "углеводороды C₂+" в настоящем документе следует понимать как означающий углеводороды, молекулы которых содержат 2 или более атомов углерода.

Использование форм единственного числа в сочетании с термином "содержащий" в формуле изобретения или описании может означать "один", но этому также соответствуют выражения "один или более", "по меньшей мере один" и "один или более чем один".

Слова "включающий в себя" (и любая соответствующая форма, такая как "включают в себя" и "включает в себя"), "имеющий" (и любая соответствующая форма, такая как "имеют" и "имеет"), "содержащий" (и любая соответствующая форма, такая как "содержит" и "содержат") или "охватывающий" (и любая соответствующая форма, такая как "охватывает" и "охватывают") имеют смысл включения без ограничения и не исключают какие-либо дополнительные неуказанные элементы или технологические стадии. Кроме того, следует отметить, что термин "включающий в себя" или родственные термины, та-

кие как термины, упомянутые выше, не исключают присутствие других элементов. Однако следует также понимать, что описание продуктов/композиций, содержащих определенные компоненты, также распространяется на системы, способы или процессы, или композиции, состоящие из указанных компонентов или стадий. Продукты, системы или композиции, состоящие из указанных компонентов или стадий, могут представлять собой преимущество в том, что они предлагают более простое решение. Аналогичным образом, следует также понимать, что описание способа, включающего в себя определенные стадии, также распространяется на способ, состоящий из указанных стадий.

Система и способ согласно настоящему изобретению могут "включать в себя", "состоять в основном из" или "состоять из" конкретных компонентов, композиций, стадий и других элементов, представленных в описании.

Когда приведены нижние предельные значения и верхние предельные значения параметра, считаются описанными также диапазоны, которые определяют комбинации этих нижних предельных значений и верхних предельных значений.

В контексте настоящего изобретения здесь описаны десять вариантов осуществления. Вариант осуществления 1 представляет собой систему парового риформинга. Система парового риформинга содержит установку парового крекинга и установку парового риформинга, причем установка парового крекинга содержит блок парового крекинга, выполненный с возможностью парового крекинга потока исходного материала парового крекинга с получением потока продуктов парового крекинга, содержащего водород, метан и углеводороды C₂+; теплообменник для охлаждения потока продуктов парового крекинга с получением охлажденного потока продуктов парового крекинга; разделительный блок, выполненный с возможностью разделения охлажденного потока продуктов парового крекинга на первый газовый поток, содержащий водород и метан, и второй жидкий поток, содержащий метан и углеводороды C₂+; деметанизатор, выполненный с возможностью приема по меньшей мере второго потока и получения третьего потока, содержащего метан, и четвертого потока, содержащего углеводороды C₂+, причем количество метана в третьем потоке составляет по меньшей мере 95 мас.%; и установка парового риформинга содержит подогреватель исходного материала, выполненный с возможностью приема третьего потока и пара с получением подогретого потока, и блок парового риформинга, выполненный с возможностью нагревания подогретого потока до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C, и парового риформинга нагретого потока с получением потока продуктов парового риформинга, содержащего водород и CO₂. Вариант осуществления 2 представляет собой систему согласно варианту осуществления 1, в которой третий поток содержит углеводороды C₂+ в количестве, составляющем менее чем 3 мас.%, предпочтительнее менее чем 2 мас.%, предпочтительнее менее чем 1 мас.% и предпочтительнее менее чем 0,5 мас.%. Вариант осуществления 3 представляет собой систему согласно любому из вариантов осуществления 1 или 2, в которой количество углеводородов C₂+ в четвертом потоке составляет по меньшей мере 99 мас.%. Вариант осуществления 4 представляет собой систему согласно любому из вариантов осуществления 1 до 3, в которой подогретый второй поток имеет температуру, составляющую по меньшей мере 500°C. Вариант осуществления 5 представляет собой систему согласно любому из вариантов осуществления 1-4, в которой установка парового крекинга дополнительно содержит криогенный разделительный блок для разделения первого потока на пятый газовый поток, содержащий водород, и шестой жидкий поток (9), содержащий метан, причем деметанизатор (140) выполнен с возможностью дополнительного приема шестого потока (9). Вариант осуществления 6 представляет собой систему согласно варианту осуществления 5, в которой количество водорода в пятом потоке составляет по меньшей мере 88 об.% и/или количество метана в шестом потоке составляет по меньшей мере 95 мас.%. Вариант осуществления 7 представляет собой способ парового риформинга с применением системы согласно любому из вариантов осуществления 1-6. Способ парового риформинга согласно варианту осуществления 7 предусматривает следующие стадии: паровой крекинг потока исходного материала парового крекинга посредством блока парового крекинга с получением потока продуктов парового крекинга; охлаждение потока продуктов парового крекинга посредством теплообменника с получением охлажденного потока продуктов парового крекинга; разделение охлажденного потока продуктов парового крекинга на первый газовый поток, содержащий водород и метан, и второй жидкий поток, содержащий метан и углеводороды C₂+, посредством разделительного блока; введение по меньшей мере второго потока в деметанизатор с получением третьего потока, содержащего метан, и четвертого потока, содержащего углеводороды C₂++; введение третьего потока и пара в подогреватель исходного материала с получением подогретого потока; и нагревание подогретого потока до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C, и паровой риформинг нагретого потока посредством блока парового риформинга с получением потока продуктов парового риформинга. Вариант осуществления 8 представляет собой способ согласно варианту осуществления 7 с применением системы согласно вариантам осуществления 5 или 6, где дополнительно предусмотрена стадия разделения первого потока на пятый поток и шестой поток посредством криогенного разделительного блока, причем стадия введения по меньшей мере второго потока в деметанизатор с получением третьего потока и четвертого потока включает в себя введение второго потока и шестого потока в деметанизатор с получением третьего потока и четвертого потока. Вариант осуществ-

вления 9 представляет собой способ согласно любому из вариантов осуществления 7 или 8, дополнительно предусматривающий стадию возвращения третьего потока из деметанизатора в теплообменник для содействия охлаждению потока продуктов парового крекинга. Вариант осуществления 10 представляет собой способ согласно любому из вариантов осуществления 7-9, дополнительно предусматривающий стадию возвращения пятого потока из криогенного разделительного блока в теплообменник для содействия охлаждению потока продуктов парового крекинга.

Следует отметить, что настоящее изобретение относится ко всем возможным комбинациям признаков, описанных в настоящем документе, причем предпочтительными являются, в частности, те комбинации признаков, которые присутствуют в формуле изобретения. Таким образом, следует понимать, что в настоящем документе описаны все комбинации признаков, которые относятся к композиции согласно настоящему изобретению; все комбинации признаков, которые относятся к способу согласно настоящему изобретению; и все комбинации признаков, которые относятся к композиции согласно настоящему изобретению, и признаков, которые относятся к способу согласно настоящему изобретению. Другие предметы, признаки и преимущества настоящего изобретения становятся очевидными из следующей фигуры, подробного описания и примеров. Однако следует понимать, что хотя фигура, подробное описание и примеры представляют конкретные варианты осуществления настоящего изобретения, они приведены лишь в качестве иллюстрации и не подразумевают ограничения. Кроме того, предусмотрено, что изменения и модификации в пределах идеи и объема настоящего изобретения станут понятными для специалистов в данной области техники из этого подробного описания.

Краткое описание фигур

На чертеже представлена система парового риформинга согласно настоящему изобретению.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Согласно настоящему изобретению обогащенный метаном газовый поток (третий поток), который получают посредством парового крекинга, вводят в подогреватель исходного материала установки парового риформинга. Настоящее изобретение основано на реализации того, что способом парового крекинга производят в качестве побочного продукта исходный материал, который является весьма подходящим в качестве исходного материала для парового риформинга. Для способа парового крекинга необходим деметанизатор, который обеспечивает очень хорошее разделение метана и углеводородов C_2+ , и, таким образом, в обогащенном метаном потоке из деметанизатора установки парового крекинга практически отсутствуют углеводороды C_2+ . Вследствие низкого содержания углеводородов C_2+ в обогащенном метаном потоке от процесса парового крекинга обогащенный метаном поток можно подогревать до относительно высокой температуры в подогревателе исходного материала без риска образования кокса. Поскольку подогретый второй поток имеет относительно высокую температуру, для блока парового риформинга требуется меньше топлива в целях нагревания подогретого потока до требуемой температуры для парового риформинга. Кроме того, обогащенный метаном поток имеет очень низкое содержание серы, что позволяет вводить его в паровой риформинг без предварительной обработки для удаления серы. Метан представляет собой основной компонент третьего потока, но он может дополнительно содержать водород. Водород из третьего потока может быть извлечен соответствующими средствами. Например, для извлечения водорода третий поток можно вводить в блок адсорбции с перемежающимся давлением, который может находиться в установке парового риформинга или ниже по потоку относительно установки парового риформинга.

Кроме того, настоящее изобретение предлагает способ парового риформинга с применением системы согласно настоящему изобретению, предусматривающий следующие стадии:

- a) паровой крекинг потока (1) исходного материала парового крекинга посредством блока (110) парового крекинга с получением потока продуктов парового крекинга (2),
- b) охлаждение потока (2) продуктов парового крекинга посредством теплообменника (120) с получением охлажденного потока (3) продуктов парового крекинга,
- c) разделение охлажденного потока (3) продуктов парового крекинга на первый поток (4) и второй поток (5) посредством разделительного блока (130),
- d) введение по меньшей мере второго потока (5) в деметанизатор (140) с получением третьего потока (6) и четвертого потока (7),
- e) введение третьего потока (6) и пара в подогреватель (210) исходного материала с получением подогретого потока (10) и
- f) нагревание подогретого потока (10) до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C , и паровой риформинг нагретого потока посредством блока парового риформинга (220) с получением потока (11) продуктов парового риформинга.

Соответственно, охлажденный поток продуктов парового крекинга разделяют посредством разделительного блока с удалением газообразного водорода (первый поток) из жидких углеводородов (второй поток). Второй поток затем вводят в деметанизатор, который удаляет метан (третий поток) и производит углеводороды C_2+ (четвертый поток). Четвертый поток может быть использован в качестве продукта парового крекинга любым известным способом.

Третий поток, который представляет собой поток метана высокой чистоты, и пар вводят в подогре-

ватель исходного материала установки парового риформинга для нагревания до относительно высокой температуры, и подогретый поток затем подвергают паровому риформингу. Паровой риформинг может быть осуществлен известным способом, как, например, описывает "Энциклопедия химической технологии" (Ullmann) в главе "Водород, 2. Производство". Поток продуктов парового риформинга содержит, главным образом, водород, пар, CO и CO₂. Пар и CO в потоке продуктов парового риформинга могут далее реагировать таким образом, что количество водорода и CO₂ в конечном потоке может составлять, например, от 85 до 95 об.%.

Количество метана в третьем потоке составляет по меньшей мере 95 мас.%. Третий поток имеет низкое или нулевое содержание углеводородов C₂⁺ в целях предотвращения образования кокса на трубах в подогревателе при повышенных температурах. Третий поток содержит углеводороды C₂⁺ в количестве, составляющем предпочтительно менее чем 3 мас.%, предпочтительнее менее чем 2 мас.%, предпочтительнее менее чем 1 мас.% и предпочтительнее менее чем 0,5 мас.%.

Большинство углеводородов C₂⁺ в потоке, вводимом в деметанизатор, попадают в четвертый поток, и четвертый поток должен иметь высокую чистоту углеводородов C₂⁺. Предпочтительно количество углеводородов C₂⁺ в четвертом потоке составляет по меньшей мере 99 мас.%.

Предпочтительно перед введением в подогреватель исходного материала третий поток из деметанизатора возвращают в теплообменник для содействия охлаждению потока продуктов парового крекинга. После прохождения через теплообменник третий поток может быть далее введен в подогреватель исходного материала.

Поток продуктов парового крекинга может представлять собой, например, газообразные продукты пиролиза, но может быть соответствующим образом использован любой поток продуктов известного парового крекинга.

Составы первого потока и второго потока могут изменяться в зависимости состава потока продуктов парового крекинга и условий разделения. Первый поток содержит водород, но он может также иметь относительно большое содержание метана и некоторых углеводородов C₂, таких как этилен. Предпочтительно метан в первом потоке также вводят в подогреватель исходного материала установки парового риформинга. Соответственно, система согласно настоящему изобретению предпочтительно содержит криогенный разделительный блок в установке парового крекинга для извлечения метана из первого потока.

Соответственно, согласно некоторым предпочтительным вариантам осуществления системы настоящего изобретения установка (100) парового крекинга дополнительно содержит криогенный разделительный блок (150) для разделения первого потока (4) на пятый газовый поток (8), содержащий водород, и шестой жидкий поток (9), содержащий метан, причем деметанизатор (140) выполнен с возможностью дополнительного приема шестого потока (9).

В способе с применением такой системы дополнительно предусмотрена стадия разделения первого потока (4) на пятый поток (8) и шестой поток (9) посредством криогенного разделительного блока (150), причем стадия (d) предусматривает введение второго потока (5) и шестого потока (9) в деметанизатор (140) с получением третьего потока (6) и четвертого потока (7).

Соответственно, первый поток вводят в криогенный разделительный блок и разделяют на пятый (газообразный) поток, который представляет собой, главным образом, водород, и шестой (жидкий) поток, который представляет собой, главным образом, метан. Количество водорода в пятом потоке составляет предпочтительно по меньшей мере 88 об.%, предпочтительнее по меньшей мере 92 об.%. Предпочтительно, количество метана в шестом потоке составляет по меньшей мере 95 мас.%. Шестой поток, который представляет собой, главным образом, метан, вводят в деметанизатор, вместе со вторым потоком для удаления остаточных углеводородов C₂⁺. Деметанизатор выделяет метан в качестве третьего потока, который может быть введен в подогреватель исходного материала установки парового риформинга, как описано выше.

Предпочтительно пятый поток из криогенного разделительного блока вводят в теплообменник для содействия охлаждению потока продуктов парового крекинга.

Подогретый поток имеет температуру, составляющую предпочтительно по меньшей мере 500°C, предпочтительнее по меньшей мере 600°C, предпочтительнее по меньшей мере 700°C, но ниже 800°C. Желательная температура будет зависеть от массовой доли C₂⁺ в третьем потоке и технологической оптимизации продолжительности рабочего цикла установки парового риформинга и расхода топлива.

Далее настоящее изобретение будет подробно разъяснено со ссылкой на чертеж, где схематически проиллюстрирован вариант осуществления системы парового риформинга согласно настоящему изобретению.

Рассмотрим фигуру, где представлена система парового риформинга, содержащая установку (100) парового крекинга и установку (200) парового риформинга. Установка (100) парового крекинга содержит блок (110) парового крекинга, выполненный с возможностью парового крекинга потока (1) исходного материала парового крекинга с получением потока (2) продуктов парового крекинга, содержащего водород, метан и углеводороды C₂⁺.

Установка (100) парового крекинга дополнительно содержит теплообменник (120) для охлаждения потока (2) продуктов парового крекинга с получением охлажденного потока (3) продуктов парового крекинга.

Установка (100) парового крекинга дополнительно содержит разделительный блок (130), выполненный с возможностью разделения охлажденного потока (3) продуктов парового крекинга на первый поток (4), содержащий водород, метан и некоторое количество углеводородов C₂, и второй поток (5), содержащий метан и углеводороды C₂+

Установка (100) парового крекинга дополнительно содержит криогенный разделительный блок (150) для разделения первого потока (4) на пятый поток (8), содержащий водород, и шестой поток (9), содержащий метан. В этом примере количество водорода в пятом потоке (8) составляет по меньшей мере 90 мас.%, и количество метана в шестом потоке (9) составляет по меньшей мере 95 мас.%.

Установка (100) парового крекинга дополнительно содержит деметанизатор (140), выполненный с возможностью приема второго потока (5) и шестого потока (9) для получения третьего потока (6), содержащего метан, и четвертого потока (7), содержащего углеводороды C₂+. В этом примере количество метана в третьем потоке (6) составляет по меньшей мере 95 мас.%, и количество углеводородов C₂ в четвертом потоке (7) составляет по меньшей мере 99 мас.%.

Установка (200) парового риформинга содержит подогреватель (210) исходного материала, выполненный с возможностью приема третьего потока (6) и пара с получением подогретого потока (10).

Установка (200) парового риформинга содержит блок (220) парового риформинга, выполненный с возможностью нагревания подогретого потока (10) до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C, и парового риформинга нагретого потока с получением потока (11) продуктов парового риформинга, содержащего, главным образом, водород, пар, CO и CO₂. Далее CO и пар реагируют с образованием водорода и CO₂, причем CO₂ и водород составляют от 85 до 95 об.% газообразных продуктов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система парового крекинга и парового риформинга для получения водородсодержащего газа, содержащая установку парового крекинга и установку парового риформинга, причем установка парового крекинга содержит:

i) блок парового крекинга, выполненный с возможностью парового крекинга потока исходного сырья парового крекинга и получения потока продуктов парового крекинга, содержащего водород, метан и углеводороды C₂+,

ii) теплообменник для охлаждения потока продуктов парового крекинга с получением охлажденного потока продуктов парового крекинга,

iii) разделительный блок, выполненный с возможностью разделения охлажденного потока продуктов парового крекинга на первый газовый поток, содержащий водород и метан, и второй жидкий поток, содержащий метан и углеводороды C₂+,

iv) деметанизатор, выполненный с возможностью приема по меньшей мере упомянутого второго жидкого потока и получения третьего потока, содержащего метан, и четвертого потока, содержащего углеводороды C₂+, и

установка парового риформинга содержит:

v) подогреватель исходного материала, выполненный с возможностью приема третьего потока и пара с получением подогретого потока, и

vi) блок парового риформинга, выполненный с возможностью нагревания упомянутого подогретого потока до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C, и парового риформинга полученного нагретого потока с получением потока продуктов парового риформинга, содержащего водород и CO₂.

2. Система по п.1, в которой третий поток содержит углеводороды C₂ в количестве, составляющем менее чем 3 мас.%, предпочтительнее менее чем 2 мас.%, предпочтительнее менее чем 1 мас.% и предпочтительнее менее чем 0,5 мас.%.

3. Система по любому из пп.1, 2, в которой количество углеводородов C₂ в четвертом потоке составляет по меньшей мере 99 мас.%.

4. Система по любому из пп.1, 2, в которой подогретый второй поток имеет температуру, составляющую по меньшей мере 500°C.

5. Система по любому из пп.1, 2, в которой установка парового крекинга дополнительно содержит криогенный разделительный блок для разделения первого потока на пятый газовый поток, содержащий водород, и шестой жидкий поток, содержащий метан, причем деметанизатор выполнен с возможностью дополнительного приема шестого потока.

6. Система по п.5, в которой количество водорода в пятом потоке составляет по меньшей мере 88 об.% и/или количество метана в шестом потоке составляет по меньшей мере 95 мас.%.

7. Способ получения водородсодержащего газа с применением системы по любому из пп.1, 2, предусматривающий следующие стадии:

а) паровой крекинг потока исходного сырья парового крекинга посредством блока парового кре-

кинга с получением потока продуктов парового крекинга,

б) охлаждение потока продуктов парового крекинга посредством теплообменника с получением охлажденного потока продуктов парового крекинга,

с) разделение охлажденного потока продуктов парового крекинга на первый газовый поток, содержащий водород и метан, и второй жидкий поток, содержащий метан и углеводороды C2+, посредством разделительного блока,

д) введение по меньшей мере второго потока в деметанизатор с получением третьего потока, содержащего метан и четвертого потока, содержащего углеводороды C₂⁺,

е) введение третьего потока и пара в подогреватель исходного материала с получением подогретого потока и

ф) нагревание подогретого потока до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C, и паровой риформинг нагретого потока посредством блока парового риформинга с получением потока продуктов парового риформинга.

8. Способ получения водородсодержащего газа с применением системы по п.5, предусматривающий следующие стадии:

а) паровой крекинг потока исходного материала парового крекинга посредством блока парового крекинга с получением потока продуктов парового крекинга,

б) охлаждение потока продуктов парового крекинга посредством теплообменника с получением охлажденного потока продуктов парового крекинга,

с) разделение охлажденного потока продуктов парового крекинга на первый газовый поток, содержащий водород и метан, и второй жидкий поток, содержащий метан и углеводороды C₂+, посредством разделительного блока,

д) введение по меньшей мере второго потока в дегидризатор с получением третьего потока, содержащего метан, и четвертого потока, содержащего углеводороды C_{2+} ,

е) введение третьего потока и пара в подогреватель исходного материала с получением подогретого потока и

ф) нагревание подогретого потока до температуры, составляющей по меньшей мере 800°C, и паровой риформинг нагретого потока посредством блока парового риформинга с получением потока продуктов парового риформинга.

причем установка парового крекинга дополнительно содержит криогенный разделительный блок для разделения первого потока на пятый газовый поток, содержащий водород, и шестой жидкий поток, содержащий метан, где дегидризатор выполнен с возможностью дополнительного приема шестого потока, и

при этом стадия (d) предусматривает введение второго потока и шестого потока в дегидризатор с получением третьего потока и четвертого потока.

9. Способ по п.8, в котором количество водорода в пятом потоке составляет по меньшей мере 88 об.% и/или количество метана в шестом потоке составляет по меньшей мере 95 мас.%.

10. Способ по п.7, дополнительно предусматривающий стадию возвращения третьего потока из де-метанизатора в теплообменник для содействия охлаждению потока продуктов парового крекинга.

11. Способ по п.7, дополнительно предусматривающий стадию возвращения пятого потока из криогенного разделительного блока в теплообменник для содействия охлаждению потока продуктов парового крекинга.

