

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043865**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.30

(21) Номер заявки
202292167

(22) Дата подачи заявки
2021.02.01

(51) Int. Cl. **B01J 8/04** (2006.01)
C07C 29/152 (2006.01)
C07C 31/04 (2006.01)

(54) **СПОСОБ И РЕАКЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАНОЛА**

(31) **РА 2020 00146**

(32) **2020.02.05**

(33) **DK**

(43) **2022.11.21**

(86) **РСТ/EP2021/052262**

(87) **WO 2021/156179 2021.08.12**

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

(72) Изобретатель:
Чернехов Эмиль Андреас (SE)

(74) Представитель:
Беляева Е.Н. (BY)

(56) **WO-A1-2017121980**

(57) Изобретение касается способа и реакционной системы для получения метанола. Указанный способ включает следующие этапы: а) предоставление свежего синтез-газа для производства метанола, содержащего водород, монооксид углерода и диоксид углерода; б) введение и вступление в реакцию потока свежего синтез-газа для производства метанола в первую реакционную установку для производства метанола в присутствии катализатора синтеза метанола и получение первого выходящего потока, содержащего метанол и непрореагировавший синтез-газ; с) предоставление потока рециркулирующего газа, содержащего непрореагировавший синтез-газ для производства метанола, содержащийся в первом выходящем потоке, и непрореагировавший синтез-газ для производства метанола из второй реакционной установки синтеза метанола; d) введение и вступление в реакцию потока рециркулирующего газа во вторую реакционную установку синтеза метанола в присутствии катализатора синтеза метанола; е) отвод второго выходящего потока, содержащего метанол и непрореагировавший синтез-газ для производства метанола из второй реакционной установки синтеза метанола; f) объединение первого и части второго выходящих потоков; g) охлаждение и сепарация объединенного выходящего потока на поток метанолсодержащую жидкую фазу и рециркулирующий поток и h) отвод оставшейся части второго выходящего потока из потока продувочного газа, причем перед объединением первого и второго выходящих потоков оставшуюся часть второго выходящего потока отводят в виде потока продувочного газа.

B1

043865

043865

B1

Изобретение относится к способу для получения метанола путем каталитической конверсии синтез-газа для производства метанола и реакционной системе для осуществления указанного способа.

В частности, в соответствии с настоящим изобретением получение метанола осуществляют в двух реакционных установках, при этом первая установка работает в прямоточном режиме на свежем синтез-газе, который, при необходимости, смешивают с непрореагировавшим синтез-газом, выделенным из выходящего потока второй реакционной установки, а вторая установка работает в контуре синтеза на непрореагировавшем синтез-газе, при необходимости, смешанном со свежим синтез-газом.

Реакция оксидов углерода и водорода с образованием метанола имеет ограниченное равновесие, и уровень конверсии синтез-газа в метанол при однократном прохождении через катализатор синтеза метанола является относительно низким, даже при использовании высокоактивного синтез-газа.

Так как при процессе конверсии с однократным прохождением производятся низкие количества метанола, как правило, непрореагировавший синтез-газ, выделенный из выходящего реакционного потока, рециркулируют и разбавляют им свежий синтез-газ.

В результате этого, как правило, получают так называемый контур синтеза метанола, где один или более реакторов, расположенных последовательно, работают на свежем синтез-газе, разбавленном рециркулируемым непрореагировавшим газом в сепараторе, выделенным из выходящего потока, или выходящим потоком из реактора, содержащим метанол и непрореагировавший синтез-газ. Обычно отношение рециркулирующего потока (рециркулируемый газ:свежий исходный синтез-газ) составляет от 1:1 до 7:1 в рамках нормальной практики.

В схемах процесса получения метанола с прямоточной реакционной установкой и реакционной установкой, работающей на рециркулируемом не вступившем в реакцию сырье синтеза из контуре синтеза метанола, оптимальные составы газа могут быть заданы для прямоточной реакционной установки или реакционной установки, работающей на рециркулируемом не вступившем в реакцию сырье синтеза из контуре синтеза метанола, за счет рециркулируемого газа и обводного сырьевого газа. Поток, выходящий из прямоточной реакционной установки, смешивают с потоком, выходящим из реакционного блока в контуре синтеза. Полученный метанол отделяют от смешанного выходящего потока после охлаждения по ходу процесса перед сепаратором. Отделенный непрореагировавший синтез-газ, который содержится в смешанном потоке, выходящем из реакционных установок, рециркулируют в реакционную установку в контуре синтеза.

В целях экономии оборудования охлаждение и сепарацию отходящего газа с содержанием метанола можно производить в комбинированной линии охлаждения. Тем не менее, комбинированная охлаждающая линия будет смешивать два разных вида оборотных газов, т.е. один из прямоточной реакционной установки, и еще один из реакционной установки контура синтеза. Для предотвращения накопления инертных газов часть объединенного непрореагировавшего оборотного синтез-газа необходимо удалить из контура, за счет чего будет удалено больше активных реагентов, чем это необходимо.

Для упрощения в последующем описании и формуле изобретения "прямоточная реакционная установка" называется "первой реакционной установкой синтеза метанола", а "реакционная установка контура синтеза" называется "второй реакционной установкой синтеза метанола".

При использовании по тексту описания и формулы в настоящем документе термин "катализатор синтеза метанола" относится к любому катализатору, обладающему активностью при конверсии водорода, монооксида углерода и диоксида углерода в метанол. Такие катализаторы не входят в область действия изобретения и подробно описаны в патентной литературе.

В качестве катализаторов синтеза метанола в изобретении могут быть использованы, например, известные цинк-медные катализаторы.

Таким образом, основной принцип изобретения заключается в отводе горячего продувочного газа из потока, выходящего из второй реакционной установки синтеза метанола, до того, как выходящий поток будет объединен с выходящим потоком из первой реакционной установки.

Горячий продувочный газ позволит объединить оборудование на линии охлаждения при самом высоком содержании инертных компонентов и самой низкой активности, что позволит более эффективно осуществлять продувку без потери слишком большого количества реагентов только с одним дополнительным небольшим охладителем.

Термин "инертные вещества" относится к компонентам, содержащимся в синтезированном газообразном метаноле, которые не вступают в химическую реакцию при синтезе метанола.

Соответственно, настоящее изобретение относится к способу получения метанола, включающему следующие этапы:

- а) предоставление свежего синтез-газа для производства метанола, содержащего водород, монооксид углерода и диоксид углерода;
- б) введение и вступление в реакцию потока свежего синтез-газа для производства метанола в первую реакционную установку для производства метанола в присутствии катализатора синтеза метанола и получение первого выходящего потока, содержащего метанол и непрореагировавший синтез-газ;
- в) предоставление потока рециркулирующего газа, содержащего непрореагировавший синтез-газ для производства метанола, содержащийся в первом выходящем потоке, и непрореагировавший синтез-

газ для производства метанола из второй реакционной установки синтеза метанола;

d) введение и вступление в реакцию потока рециркулирующего газа во вторую реакционную установку синтеза метанола в присутствии катализатора синтеза метанола;

e) отвод второго выходящего потока, содержащего метанол и непрореагировавший синтез-газ для производства метанола из второй реакционной установки синтеза метанола;

f) объединение первого и части второго выходящих потоков;

g) охлаждение и сепарация объединенного выходящего потока на метанолсодержащий жидкий поток и рециркулирующий поток; и

h) отвод оставшейся части второго выходящего потока из потока продувочного газа,

причем перед объединением первого и второго выходящих потоков оставшуюся часть второго выходящего потока отводят в виде потока продувочного газа.

В некоторых областях применения способа согласно настоящему изобретению желательно будет скорректировать модуль свежего синтез-газа $M=(H_2-CO_2)/(CO+CO_2)$ путем добавления в газ водорода. Водород можно извлекать из продувочного газа и возвращать в процесс по ходу процесса перед компрессором синтез-газа.

Таким образом, в варианте осуществления изобретения по меньшей мере часть водорода, содержащегося в потоке продувочного газа, извлекают и возвращают на этап b).

Чтобы обеспечить оптимальные условия для реакции с метанолом в первой установке синтеза метанола, в одном из вариантов осуществления изобретения часть рециркулирующего потока вводят в первую реакционную установку синтеза метанола.

В еще одном варианте осуществления часть свежего синтез-газа для производства метанола вводят во вторую реакционную установку синтеза метанола, чтобы обеспечить оптимальные условия во второй установке синтеза метанола.

Первая и вторая реакционные установки синтеза метанола могут содержать один или более реакторов, которые по выбору могут быть представлены кипящими водоохлаждаемыми реакторами, газоохлаждаемыми реакторами, охлаждаемыми реакторами и адиабатическими реакторами, соединенными последовательно и/или параллельно.

Также настоящим изобретением предоставляется реакционная система для применения в способе получения метанола, причем указанная система содержит

первую и вторую реакционные установки синтеза метанола, каждая из которых содержит катализатор синтеза метанола;

канал подачи потока технологического газа для введения потока технологического газа из свежего синтез-газа в первую реакционную установку синтеза метанола и канал рециркуляции для рециркуляции непрореагировавшего синтез-газа во вторую реакционную установку синтеза метанола;

первый канал выходящего потока для отвода и переноса первого выходящего потока, содержащего метанол, из первой реакционной установки в точку смешивания и второй канал выходящего потока для отвода второго выходящего потока, содержащего метанол, из второй реакционной установки;

средство разделения, расположенное по ходу процесса после точки смешивания во втором канале выходящего потока, для отделения метанола от непрореагировавшего синтез-газа;

циркуляционный насос, расположенный в канале рециркуляции между устройствами сепарации, расположенными по ходу процесса после второй реакционной установки синтеза метанола; и

линию продувочного газа, соединенную с каналом рециркуляции и расположенную по ходу процесса перед точкой смешивания во втором канале выходящего потока.

В одном из вариантов осуществления изобретения реакционной системы по изобретению линия продувочного газа соединена с блоком восстановления водорода.

В одном из вариантов осуществления изобретения канал соединен с установкой восстановления водорода и с каналом потока технологического газа для переноса водорода в поток свежего синтез-газа.

В одном из вариантов осуществления изобретения реакционная система дополнительно содержит канал, соединенный с установкой восстановления водорода и с каналом потока технологического газа для переноса водорода в поток свежего синтез-газа.

В одном из вариантов осуществления изобретения реакционная система дополнительно содержит канал разделения потока для подачи части непрореагировавшего синтез-газа из канала рециркуляции к каналу подачи потока технологического газа.

В одном из вариантов осуществления изобретения реакционная система дополнительно содержит канал разделения потока для подачи части технологического потока свежего синтез-газа в канал рециркуляции.

В соответствии с вариантами осуществления, приведенными выше, первая и вторая реакционные установки могут содержать один или более реакторов синтеза метанола, выбранных из кипящих водоохлаждаемых реакторов, газоохлаждаемых реакторов, охлаждаемых реакторов и адиабатических реакторов, соединенных последовательно и/или параллельно.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения метанола, включающий следующие этапы:

- a) предоставление свежего синтез-газа для производства метанола, содержащего водород, монооксид углерода и диоксид углерода;
- b) введение и вступление в реакцию потока свежего синтез-газа для производства метанола в первую реакционную установку для производства метанола в присутствии катализатора синтеза метанола и получение первого выходящего потока, содержащего метанол и непрореагировавший синтез-газ;
- c) предоставление потока рециркулирующего газа, содержащего непрореагировавший синтез-газ для производства метанола, содержащийся в первом выходящем потоке, и непрореагировавший синтез-газ для производства метанола из второй реакционной установки синтеза метанола;
- d) введение и вступление в реакцию потока рециркулирующего газа во вторую реакционную установку синтеза метанола в присутствии катализатора синтеза метанола;
- e) отвод второго выходящего потока, содержащего метанол и непрореагировавший синтез-газ для производства метанола из второй реакционной установки синтеза метанола;
- f) объединение первого и части второго выходящих потоков;
- g) охлаждение и сепарация объединенного выходящего потока на метанолсодержащий жидкий поток и рециркулирующий поток и
- h) отвод оставшейся части второго выходящего потока из потока продувочного газа, причем перед объединением первого и второго выходящих потоков оставшуюся часть второго выходящего потока отводят в виде потока продувочного газа.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере часть водорода, содержащегося в потоке продувочного газа, восстанавливают и возвращают на этап b).

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что часть рециркулирующего потока вводят в первую реакционную установку синтеза метанола.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что часть свежего синтез-газа для производства метанола вводят во вторую реакционную установку синтеза метанола.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что первая и вторая реакционные установки синтеза метанола содержат один или более реакторов, выбранных из кипящих водоохлаждаемых реакторов, газоохлаждаемых реакторов, охладительных реакторов и адиабатических реакторов, соединенных последовательно и/или параллельно.

6. Реакционная система для применения в способе получения метанола, при этом указанная система содержит

первую и вторую реакционные установки синтеза метанола, каждая из которых содержит катализатор синтеза метанола;

канал подачи потока технологического газа для введения потока технологического газа из свежего синтез-газа в первую реакционную установку синтеза метанола и канал рециркуляции для рециркуляции непрореагировавшего синтез-газа во вторую реакционную установку синтеза метанола;

первый канал выходящего потока для отвода и переноса первого выходящего потока, содержащего метанол, из первой реакционной установки в точку смешивания и второй канал выходящего потока для отвода второго выходящего потока, содержащего метанол, из второй реакционной установки;

средство разделения, расположенное по ходу процесса после точки смешивания во втором канале выходящего потока, для отделения метанола от непрореагировавшего синтез-газа;

циркуляционный насос, расположенный в канале рециркуляции между устройствами сепарации, расположенными по ходу процесса после второй реакционной установки синтеза метанола; и

линию продувочного газа, соединенную с каналом рециркуляции и расположенную по ходу процесса перед точкой смешивания во втором канале выходящего потока.

7. Реакционная система по п.6, в которой линия продувочного газа соединена с блоком восстановления водорода.

8. Реакционная система по п.6, дополнительно содержащая канал, соединенный с установкой восстановления водорода и с каналом потока технологического газа для переноса водорода в поток свежего синтез-газа.

9. Реакционная система по любому из пп.6-8, дополнительно содержащая канал разделения потока для подачи части непрореагировавшего синтез-газа из канала рециркуляции к каналу подачи потока технологического газа.

10. Реакционная система по любому из пп.6-9, дополнительно содержащая канал разделения потока для подачи части технологического потока свежего синтез-газа в канал рециркуляции.

11. Реакционная система по любому из пп.6-10, отличающаяся тем, что первая и вторая реакционные установки содержат один или более реакторов синтеза метанола, выбранных из кипящих водоохлаждаемых реакторов, газоохлаждаемых реакторов, охладительных реакторов и адиабатических реакторов, соединенных последовательно и/или параллельно.

