

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202190526** (13) **A1**

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

(43) Дата публикации заявки  
2021.05.26

(51) Int. Cl. *C07C 29/151* (2006.01)  
*C07C 31/04* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2019.07.11

---

(54) **СПОСОБ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАНОЛА В РЕАКТОРЕ С КАНАЛОМ ОБВОДА**

---

(31) PA 2018 00475

(32) 2018.08.17

(33) DK

(86) PCT/EP2019/068678

(87) WO 2020/035231 2020.02.20

(71) Заявитель:  
ХАЛЬДОР ТОПСЁЭ А/С (DK)

(72) Изобретатель:

Тьярнехов Эмиль Андреас (SE), Даль  
Пер Юуль (DK)

(74) Представитель:

Беляева Е.Н. (BY)

---

(57) Способ производства метанола, включающий этапы подачи исходного потока синтез-газа для производства метанола через основной реактор синтеза метанола, содержащий катализатор синтеза метанола, с образованием смешанного газа, содержащего метанол, охлаждение смешанного газа, содержащего метанол, сепарацию метанола из смешанного газа и нагрев смешанного газа. Поток нагретого смешанного газа подают через дополнительный реактор синтеза метанола, содержащий катализатор синтеза метанола, и выходящий поток из дополнительного реактора синтеза метанола смешивают с исходным потоком синтез-газа для производства метанола и подают через основной реактор синтеза метанола.

202190526

A1

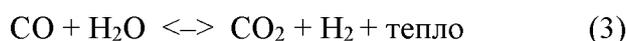
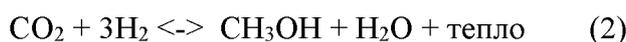
A1

202190526

## Способ производства метанола в реакторе с каналом обвода

Настоящее изобретение относится к способу производства метанола в реакторе, в котором предусмотрен канал обвода в виде дополнительного реактора синтеза метанола.

В традиционном контуре синтеза метанола исходный газ подвергают компрессии и смешивают с рециркулируемым непрореагировавшим газом перед подачей в реактор синтеза метанола, в котором из синтетического газа (синтез-газа) получают метанол посредством равновесных реакций, протекающих при повышенной температуре и повышенном давлении. Осуществляют следующие реакции синтеза:



Поскольку реакции являются экзотермическими, реактор синтеза метанола должен быть оборудован множеством охлаждающих трубок для контроля температуры.

Чтобы уменьшить размер традиционного реактора синтеза метанола (или повысить производительность), предпочтительно расположить слой катализатора в дополнительном реакторе по ходу процесса перед традиционным реактором. Такой дополнительный реактор может иметь менее сложную конструкцию или быть менее охлаждаемым (в качестве альтернативы – адиабатическим) реактором. Тем не менее, если новый дополнительный реактор представляет собой адиабатический реактор (в качестве альтернативы – менее охлаждаемый реактор), температурный профиль будет варьироваться в зависимости от объема производства, состава газа и активности катализатора, и существует риск получения слишком высоких температур на выходе из слоя катализатора. Высокие температуры в слое катализатора приведут к повышенному образованию побочных продуктов и спеканию катализатора.

В документе US 8.536.235 описан процесс синтеза метанола, включающий (a) прохождение смеси синтез-газа, включающей контурный газ и подпиточный газ, через первый реактор синтеза, охлаждаемый кипящей водой под давлением и содержащий катализатор синтеза метанола, с образованием смешанного газа, содержащего метанол; (b) охлаждение указанного смешанного газа; (c) прохождение указанного смешанного газа через второй реактор синтеза, содержащий катализатор синтеза метанола, где происходит дальнейший синтез метанола с образованием потока газообразного продукта, (d) охлаждение указанного потока газообразного продукта с конденсацией метанола; и (e) выделение метанола и подачу непрореагировавшего газа в виде контурного газа обратно в первый реактор синтеза. Смешанный газ, содержащий метанол, из первого реактора синтеза охлаждают путем теплообмена либо с контурным газом, либо с подпиточным газом.

В документе CN 107382665 А описана технология синтеза метанола, включающая производство метанола из синтез-газа, содержащего свежий газ, с использованием первого реактора, теплообмен между смешанным газом, содержащим синтез-газ и пары метанола, с теплом синтез-газа, содержащего свежий газ, предназначенного для подачи в первый реактор, а затем производство метанола с использованием второго реактора, охлаждение синтез-газа с более высокой концентрацией метанола после реакции, а затем его направление в сепаратор метанола и сепарацию метанола, смешивание синтез-газа после сепарации метанола со свежим газом, в результате чего получают синтез-газ, содержащий свежий газ, повторное направление синтез-газа, содержащего свежий газ, в первый реактор с использованием клапана А для непосредственного направления части свежего газа во второй реактор, и поддержание температуры горячего пятна слоя катализатора второго реактора на уровне около 250 °С, при этом часть синтез-газа, содержащего свежий газ, не подвергают теплообмену и непосредственно подают в первый реактор через клапан В, и поддерживают температуру газа на входе во второй реактор на уровне 200 - 240 °С. Таким образом, коэффициент использования катализатора повышается, и качество метанольного продукта улучшается.

Согласно документу US 2011/0065966, синтез-газ для производства метанола, содержащий водород и оксиды углерода, проходит через первый реактор, предпочтительно с водяным охлаждением, в котором часть оксидов

углерода подвергают каталитической конверсии с получением метанола. Полученную смесь, содержащую синтез-газ и пары метанола, подают во второй реактор, предпочтительно с газовым охлаждением, в котором еще одну часть оксидов углерода подвергают конверсии с получением метанола. Для получения максимального выхода метанола, даже при наличии старого катализатора, часть потока синтез-газа направляют в обход первого реактора и подают непосредственно во второй реактор.

Для повышения производительности реактора с охлаждающей средой в некоторых случаях катализатор загружают не только в реакционные трубы, но также и над верхней трубной решеткой, в которой установлены реакционные трубы. В отношении экзотермических реакций это приведет к увеличению температуры реагирующего газа даже до того, как реагент достигнет реакционных труб, которые находятся в тепловом контакте с охлаждающей средой. Таким образом, существует опасность, что температура трубной решетки станет слишком высокой, что в последующем приведет к повреждению трубной решетки или повреждению верхней части реакционных труб и верхней трубной решетки. Эта проблема решается в документе WO 2017/186538 заявителя, где описан реактор с охлаждающей средой для осуществления экзотермических реакций. Реактор содержит вставки реакционных труб для обеспечения адиабатического слоя катализатора в верхней части вставок верхней трубной решетки, расположенных в верхней части верхней трубной решетки, и направляющее устройство для вставок, которое обеспечивает термоизоляцию верхней трубной решетки от экзотермической реакции внутри вставок.

Целью настоящего изобретения является добавление в конструкцию дополнительного реактора и создание канала для подачи исходного газа в обход первого (или более) реактора для контроля температуры на выходе из реактора. Исходный газ, подаваемый через канал обвода, имеет более низкую температуру, и его смешивают с горячим газом на выходе из реактора для поддержания температуры на необходимом уровне. Газ, подаваемый через канал обвода, отбирают из исходного газа, что обеспечивает возможность прохождения полного потока рециркулируемого газа через первый реактор и обеспечивает уменьшение количества свежего исходного газа, подаваемого в адиабатический (или менее охлаждаемый) реактор, как показано на прилагаемой Фигуре.

Таким образом, настоящее изобретение относится к способу производства метанола, включающему следующие этапы:

- (a) подачу исходного потока синтез-газа для производства метанола через основной реактор синтеза метанола, содержащий катализатор синтеза метанола, с образованием смешанного газа, содержащего метанол,
- (b) охлаждение смешанного газа, содержащего метанол,
- (c) сепарацию метанола из смешанного газа,
- (d) нагрев смешанного газа,

при этом

- поток нагретого смешанного газа из этапа (d) подают через дополнительный реактор синтеза метанола, содержащий катализатор синтеза метанола, и

- выходящий поток из дополнительного реактора синтеза метанола смешивают с исходным потоком синтез-газа для производства метанола и подают через основной реактор синтеза метанола.

Для уменьшения размера реактора с кипящей водой (BWR) в контуре синтеза метанола (или в качестве альтернативы – для повышения производительности существующего BWR) адиабатический слой катализатора может быть размещен в верхней части трубной решетки. Для больших установок было бы преимуществом размещать адиабатический слой в отдельном реакторе. Основная разница между этой концепцией и концепцией с адиабатическим верхним слоем (вставки с катализатором), описанной в WO 2017/186538, заключается в возможности обеспечения контроля за пределами охлаждаемого реактора, что позволяет осуществлять контроль контура иным образом. Если слой катализатора размещают в отдельном реакторе, то возникает возможность дополнительного контроля для ограничения температуры при низкой нагрузке или при переходных условиях.

При уменьшении подачи свежего газа в новый реактор, газ на входе в дополнительный реактор становится менее реактивным, что приводит к более низкой пиковой температуре в слое катализатора и меньшему образованию побочных продуктов.

Концепция использования дополнительного реактора по ходу процесса перед существующим реактором синтеза метанола и регулирования температуры на выходе (температуры на входе в существующий реактор) с помощью канала обвода газа проиллюстрирована на прилагаемой Фигуре:

Поток исходного газа  $f$  для синтеза метанола разделяют на два потока, один из которых подают в основной реактор А синтеза метанола через дроссельный клапан  $v$ , а другой подают в дополнительный реактор В синтеза метанола после прохождения через теплообменник  $Hex$  для исходного потока/выходящего потока.

Таким образом, в основной реактор А синтеза метанола подают смесь свежего исходного газа  $f$  для синтеза метанола и выходящего потока  $e2$  из дополнительного реактора В синтеза метанола.

Выходящий поток  $e1$  из основного реактора А синтеза метанола охлаждают в контурном воздушном охладителе  $lac$  и контурном водяном охладителе  $hwc$ , а затем подают в сепаратор S, где происходит сепарация жидкого метанольного продукта (MeOH) из газовой фазы, причем газовую фазу смешивают со свежим исходным газом и подают в дополнительный реактор В синтеза метанола.

## Формула изобретения

1. Способ производства метанола, включающий следующие этапы:

- (a) подачу исходного потока синтез-газа для производства метанола через основной реактор синтеза метанола, содержащий катализатор синтеза метанола, с образованием смешанного газа, содержащего метанол,
- (b) охлаждение смешанного газа, содержащего метанол,
- (c) сепарацию метанола из смешанного газа,
- (d) нагрев смешанного газа,

при этом

- поток нагретого смешанного газа из этапа (d) подают через дополнительный реактор синтеза метанола, содержащий катализатор синтеза метанола, и

- выходящий поток из дополнительного реактора синтеза метанола смешивают с исходным потоком синтез-газа для производства метанола и подают через основной реактор синтеза метанола.

2. Способ по п. 1, **отличающийся тем**, что основной реактор синтеза метанола представляет собой реактор с кипящей водой (BWR).

3. Способ по п. 2, **отличающийся тем**, что адиабатический слой катализатора размещают в верхней части трубной решетки для уменьшения размера реактора с кипящей водой.