

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **028944**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2018.01.31

(51) Int. Cl. *C10G 65/00* (2006.01)

(21) Номер заявки
201290030

(22) Дата подачи заявки
2010.07.07

(54) СПОСОБ УДАЛЕНИЯ СЕРЫ ИЗ СОДЕРЖАЩЕГО ОЛЕФИНЫ СЫРЬЯ ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ОЛЕФИНОВ

(31) **10 2009 032 802.5**

(56) WO-A1-2007003709

(32) **2009.07.10**

US-A-4017382

(33) **DE**

US-A-3983029

(43) **2012.07.30**

US-A-3506567

(86) **PCT/EP2010/004092**

EP-A1-0026508

(87) **WO 2011/003585 2011.01.13**

WO-A1-2009071180

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ТИССЕНКРУПП УДЕ ГМБХ (DE)

WO-A1-2008148081

GB-A-1044771

WO-A2-2010002903

EP-A1-2226375

(72) Изобретатель:
Фон Трота Тило, Урнер Франк (DE)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В. (RU)

(57) Изобретение относится к способу и установке для десульфуризации содержащего олефины и водород потока сырья, который может быть смешан с дополнительным количеством водорода и который разделяют по меньшей мере на два потока сырья. Первый поток сырья отдельно подают в реактор, и он поступает на первый слой катализатора, который содержит частицы катализатора на соответствующем удерживающем устройстве или на колосниковой решетке. Здесь поток сырья нагревается при реакции гидрирования. Ниже по потоку относительно первого слоя катализатора подают дополнительный поток сырья, вследствие чего реакционный газ охлаждается, и благодаря этому его можно пропускать через второй слой катализатора. Ниже по потоку относительно второго слоя катализатора могут быть расположены дополнительные слои катализатора и могут быть обеспечены дополнительные устройства для подачи потока сырья. Слои катализатора могут быть размещены в реакторе в любом количестве и иметь любые тип и форму. Благодаря такому проведению реакции получают газообразный продукт, который, по существу, содержит только сероводород в качестве соединений серы. Температуру в слоях катализатора и газовом потоке регулируют посредством содержания олефинов в потоках сырья. Чем выше содержание олефинов в сырье, тем сильнее нагревается газовый поток в последующем слое катализатора вследствие теплоты гидрирования.

028944 B1

028944 B1

Изобретение относится к способу гидрирования содержащих олефины и серу потоков сырья, которые, например, часто образуются при нефтепереработке. При помощи способа согласно изобретению содержащиеся в этих потоках соединения серы посредством гидрирования в реакторе полностью или частично преобразуют в сероводород, а содержащиеся в этих потоках олефины посредством гидрирования полностью или частично преобразуют в предельные углеводороды. При этом регулирование процесса и, в частности, распределение температуры в реакторе обеспечивают посредством регулирования содержания олефинов в потоках сырья, подаваемых в реактор. Изобретение относится также к установке для осуществления указанного способа, которая предназначена для выполнения указанных стадий способа.

В DE 102007059243 A1 описан способ гидрирования содержащих олефины потоков сырья, которые включают органические соединения серы, преобразуемые при гидрировании в сероводород. При помощи гидрирования соединения серы можно удалить из потока сырья благодаря тому, что сероводород после гидрирования удаляют при помощи абсорбционной очистки полученной газообразной смеси.

Потоки сырья пропускают через реактор, который по направлению потока газа содержит несколько последовательных слоев катализатора, в которых проводят последовательное гидрирование. Потоки сырья обычно представляют собой газ или испаренную жидкость. После каждого слоя катализатора расположено устройство для подачи дополнительного потока сырья, при помощи которого дополнительный поток сырья можно направлять в газовый поток в реакторе. Так как слои катализатора и газовый поток в реакторе после каждой стадии гидрирования вновь нагреваются, то распределение температуры в реакторе можно регулировать посредством распределения потока сырья после отдельных слоев катализатора. Посредством добавления свежего потока сырья после соответствующего слоя катализатора поток сырья снова охлаждается.

Таким способом возможно проведение гидрирования всегда в оптимальном температурном диапазоне. Благодаря этому, можно поддерживать температуру катализатора в соответствии с его оптимальным рабочим диапазоном. Этим способом получают различные по объему потоки после отдельных слоев катализатора. Это может привести к различным соотношениям давления в реакторе, что в зависимости от типа реализации способа может создавать проблемы. Поэтому целью изобретения является обеспечение регулирования добавления олефинов после отдельных слоев катализатора таким образом, чтобы проводить его путем, отличным от регулирования количества подаваемого потока.

В изобретении этой цели достигают путем добавления потоков сырья, которые имеют точно отрегулированное содержание олефинов. Так как нагревание газового потока и слоя катализатора в реакторе осуществляют лишь посредством теплоты реакции гидрирования олефинов, распределение температуры в реакторе можно регулировать посредством добавления потоков сырья с различным содержанием олефинов. При этом под потоком сырья всегда следует понимать газообразный поток.

В частности, предложен способ восстановительной десульфуризации содержащих олефины и водород потоков сырья, в котором

содержащий олефины и водород газообразный поток сырья пропускают через реактор, который содержит катализатор, пригодный для восстановительной десульфуризации, и присутствующие в содержащем олефины и водород потоке сырья органические соединения серы и олефины полностью или частично подвергают гидрированию с образованием сероводорода и предельных углеводородов;

содержащий олефины поток сырья перед подачей в реактор разделяют, так что образуются по меньшей мере два потока сырья; и

первый поток сырья подают через соответствующие устройства в головную часть реактора через слой катализатора в реакторе, содержащий часть катализатора, пригодного для восстановительной десульфуризации; и

второй поток сырья подают в реактор сбоку, ниже по потоку относительно первого слоя катализатора, и добавляют в реакционную смесь, нагретую посредством первого гидрирования, и полученный таким образом газовый поток пропускают через второй слой катализатора в реакторе,

отличающийся тем, что

содержание олефинов по меньшей мере в одном потоке сырья можно регулировать путем отдельной подачи олефинов или разбавляющего газа в отдельные потоки сырья, при этом

температуру в реакторе регулируют путем регулирования содержания олефинов по меньшей мере в одном потоке сырья.

Одну часть общего количества олефинов подают через головную часть в реактор. Температура в головной части реактора обычно составляет примерно 300°C, при этом может хорошо протекать реакция гидрирования. Содержание олефинов в первом содержащем олефины потоке сырья предпочтительно можно регулировать путем добавления в первый поток сырья разбавляющего потока с низким содержанием олефинов или разбавляющего потока, не содержащего олефинов, или обоих разбавляющих потоков. Посредством этого образуют содержащий олефины поток сырья.

Поток с низким содержанием олефинов и поток, не содержащий олефинов, можно добавлять в виде смеси, причем эти потоки можно добавлять по отдельности, в виде двух отдельно регулируемых потоков, или в предварительно смешанном виде. Путем добавления этих потоков в качестве разбавляющих

потоков можно устанавливать требуемое содержание олефинов в потоке сырья и, кроме того, регулировать температуру в реакторе. Возможно также введение в поток сырья, при необходимости, дополнительного потока, который содержит газ с низким содержанием олефинов или газ, не содержащий олефинов. Таким способом поток сырья можно дополнительно разбавлять. Содержание олефинов в первом потоке сырья можно также повышать путем отдельного добавления в первый поток сырья потока с высоким содержанием олефинов. В принципе, первый поток сырья уже содержит олефины.

В одном варианте выполнения изобретения в первый поток сырья в качестве разбавляющего потока добавляют поток с низким содержанием олефинов и поток, не содержащий олефинов. Таким образом, при помощи содержания олефинов в этом потоке гидрированием можно управлять таким образом, чтобы обеспечивать точно определенное количество теплоты. Посредством этого температуру ниже по потоку относительно первого слоя катализатора устанавливают такой, что при смешивании со вторым потоком сырья достигают именно той температуры, которая требуется для пропускания потока через второй слой катализатора.

Возможно также добавление в поток сырья потока с высоким содержанием олефинов, если это представляется необходимым, так что содержание олефинов в первом потоке сырья повышается. Это можно осуществлять периодически или постоянно. Добавление потока с высоким содержанием олефинов можно осуществлять по отдельности или при предварительном смешивании с другим потоком. Наконец, добавление в первый поток сырья потока, не содержащего олефинов, потока вещества с низким содержанием олефинов и потока вещества с высоким содержанием олефинов можно осуществлять по отдельности, так что посредством этого можно регулировать содержание олефинов в первом потоке сырья. Хотя добавление предпочтительно осуществляют по отдельности, однако можно также добавлять предварительно полученную смесь этих потоков. Предварительное смешивание можно осуществлять в любом сочетании и с получением любого содержания олефинов.

Реактор может также содержать более двух слоев катализатора. В следующем варианте выполнения изобретения поток, полученный в результате реакции, пропускают через третий слой катализатора, вследствие чего он и пропускаемый газовый поток нагреваются. Это означает, что в реактор сбоку, ниже по потоку относительно второго слоя катализатора, к потоку, нагретому посредством второго гидрирования, добавляют третий поток сырья, и газовый поток после пропускания через второй слой катализатора с целью гидрирования протекает через третий слой катализатора.

Например, в одном варианте выполнения изобретения в реактор сбоку, ниже по потоку относительно второго слоя катализатора, к потоку, нагретому посредством второго гидрирования, добавляют третий поток сырья, и поток после пропускания через второй слой катализатора с целью гидрирования протекает через третий слой катализатора. Возможно пропускание потока, полученного после пропускания через третью часть катализатора восстановительной десульфуризации, через один или несколько дополнительных слоев катализатора восстановительной десульфуризации и добавление в реактор сбоку, после этих слоев катализатора дополнительного потока сырья.

Чтобы в этом третьем слое катализатора также регулировать распределение температуры, в подачу второго потока сырья после первого слоя катализатора также подают поток с низким содержанием олефинов и поток, не содержащий олефинов. Посредством изменения количества отдельных потоков в этом втором потоке сырья также можно регулировать содержание олефинов. Благодаря этому в свою очередь возможно регулирование температуры в третьем слое катализатора. В одном варианте выполнения изобретения здесь также возможна дополнительная подача в реактор потока с высоким содержанием олефинов.

Наконец, возможно пропускание газового потока через большее количество слоев катализатора. При этом после каждого слоя катализатора сбоку возможно введение дополнительного потока, имеющего такое содержание олефинов, при котором температура последующего гидрирования может быть установлена оптимальным образом. Это означает, что после проведения через третью часть катализатора восстановительной десульфуризации полученный поток пропускают через один или несколько дополнительных слоев катализатора восстановительной десульфуризации, и сбоку после этих слоев катализатора в реактор добавляют дополнительный поток сырья. Возможно также добавление в соответствующий поток сырья потока с низким содержанием олефинов или потока, не содержащего олефинов, чтобы снизить содержание олефинов в соответствующем потоке сырья, если это требуется. Таким образом, содержание олефинов в соответствующем потоке сырья можно регулировать путем добавления указанных потоков. При этом можно добавлять отдельные потоки с низким содержанием олефинов или потоки, не содержащие олефинов, или их предварительно полученную смесь.

Наконец, можно повышать содержание олефинов путем добавления потока, содержащего олефины. Это добавление можно осуществлять после любого слоя катализатора. Однако, как правило, это не требуется. Добавление указанных потоков в качестве разбавляющих потоков можно осуществлять в любом сочетании и при любом содержании олефинов.

Газы, не содержащие олефины, предпочтительно представляют собой водород, метан или смесь этих веществ. Газ с низким содержанием олефинов предпочтительно представляет собой газ, который в качестве основных компонентов содержит водород или метан, или оба этих вещества. Возможно также

добавление к потокам сырья другого газа. Это могут быть, например, предельные углеводороды или диоксид углерода. Наконец, поток с высоким содержанием олефинов, поток с низким содержанием олефинов, или поток, не содержащий олефинов, могут быть смешаны произвольным образом. Кроме того, они предпочтительно не содержат нежелательных посторонних газов.

Поток сырья предпочтительно подают на реакцию гидрирования через головную часть реактора. Доля газа, подаваемого через головную часть, в принципе может быть любой, предпочтительно она составляет от 1 до 99 мас.%. Более предпочтительно доля газа, подаваемого через головную часть, составляет от 5 до 15 мас.%. Посредством общей реакции гидрирования может быть получен поток, который имеет содержание органических соединений серы ниже 100 ppb (частей на миллиард). При помощи последующей абсорбционной очистки сероводород может быть удален, в результате получают газ, по существу, не содержащий серы.

Поток сырья в качестве исходного потока для восстановительной десульфуризации предпочтительно содержит легкие олефины, которые при рабочей температуре находятся в газообразной форме. Предпочтительно они содержат от 2 до 6 атомов углерода. Возможно также использование высших олефинов, которые при рабочей температуре находятся в жидком состоянии, или более тяжелых углеводородов. Они также могут иметь более высокое число атомов углерода. В принципе, в качестве потока сырья пригодны все олефины, которые можно подвергать десульфуризации посредством гидрирования и очистки.

Реакцию гидрирования предпочтительно проводят при температуре от 150 до 500°C. Оптимальным является диапазон температуры от 250 до 400°C. Поэтому поток сырья предпочтительно подают в реактор при температуре от 200 до 400°C. При особенно предпочтительном проведении реакции поток сырья подают в реактор при температуре от 250 до 350°C. Конкретная температура в реакторе устанавливается затем вследствие соответствующего проведения реакции. При подведении потока сырья с более низким содержанием олефинов в соответствующем месте реакционная смесь охлаждается. Путем управления реакцией посредством содержания олефинов в потоках сырья можно гораздо лучше регулировать давление в реакторе. Для предпочтительного варианта выполнения оно составляет от 0,1 до 10 МПа.

Нагревание потока сырья до температуры, необходимой для реакции, можно осуществлять любым способом. Его можно, например, осуществлять при помощи горелок или паровых нагревательных устройств. Однако предпочтительно нагревание потока сырья осуществляют при помощи теплообменников. Это может быть обеспечено в любом месте. В качестве теплоносителя для этого может служить нагретый поток вещества в реакторе. Нагревание при помощи теплообменника можно осуществлять в любом месте. Например, можно нагревать отдельные потоки сырья. Можно также нагревать потоки, которые добавляют в потоки сырья. Также можно нагревать поток сырья, который подают в головную часть реактора.

В одном варианте выполнения способа согласно изобретению после процесса восстановительной десульфуризации проводят абсорбционную очистку газов или отделение сероводорода. Эти процессы могут быть реализованы любым способом, и их можно проводить в любом месте процесса. Например, за процессом восстановительной десульфуризации можно проводить адсорбцию с химическим адсорбентом.

В изобретении также предложена установка для реализации способа согласно изобретению. В частности, предложена установка, отличающаяся тем, что она включает

трубопровод для подачи потока сырья, который обеспечивает разделение потока сырья по меньшей мере на два газовых потока; и

трубопровод для подачи первого потока сырья через головную часть в реактор, снабженный несколькими горизонтально расположенными слоями катализатора, причем реактор содержит по меньшей мере два горизонтально расположенных слоя катализатора; и

второй трубопровод, проходящий сбоку в реактор между первым и вторым слоями катализатора, который обеспечивает подачу второго потока сырья в газовый поток, проходящий вниз, так что полученный поток сырья протекает через второй слой катализатора; и

трубопроводы для подачи по меньшей мере одного потока сырья включают трубопроводы для подачи содержащих олефины потоков, при помощи которых можно регулировать содержание олефинов в потоке сырья.

Эти трубопроводы представляют собой питающие трубопроводы, которые обеспечивают возможность подачи потока с высоким содержанием олефинов в соответствующий поток сырья. Это может быть питающий трубопровод, при помощи которого поток с высоким содержанием олефинов добавляют в поток сырья. В этом случае повышается содержание олефинов в потоке сырья и соответственно повышается температура в последующем слое катализатора. Это могут быть также питающие трубопроводы для потока с низким содержанием олефинов или потока, не содержащего олефинов, чтобы соответственно уменьшить содержание олефинов в потоках сырья. Питающие трубопроводы для подачи указанных потоков могут быть расположены на реакторе или в питающих трубопроводах для потоков сырья, в любом месте. Они также могут быть обеспечены в любом сочетании.

Таким способом можно осуществлять точную регулировку содержания олефинов в потоках сырья. Благодаря этому можно также осуществлять точное регулирование температуры в реакторе. Для разде-

ления газового потока, непосредственно в питающем трубопроводе для свежего потока сырья установлено устройство для разделения потока сырья. К устройству согласно изобретению также относятся клапаны, при помощи которых можно точно регулировать подачу газа к отдельным впрыскивающим или подающим устройствам в реакторе. При этом подаваемое количество вещества дозируют в зависимости от нагревания газа в отдельных слоях катализатора. Таким способом температуру в реакторе можно поддерживать в предписанном температурном диапазоне.

Если поток сырья пропускают больше, чем через два слоя катализатора, то реактор содержит дополнительные слои катализатора. Также он содержит соответствующие дополнительные впускные устройства для потоков сырья и разбавляющих потоков. В этом случае предложена установка, в которой

трубопровод для подачи потока сырья обеспечивает разделение потока сырья на три или более дополнительных газовых потоков; и

в реакторе установлены три или более дополнительных слоев катализатора, расположенных горизонтально, при этом

в реакторе установлены три или более дополнительных трубопроводов, проходящих сбоку в реактор, которые могут обеспечивать подачу дополнительных потоков сырья в газовый поток, проходящий вниз, так что

полученный поток сырья может протекать через дополнительные слои катализатора и

трубопроводы для дополнительных потоков сырья включают трубопроводы для подачи содержащих олефины потоков, при помощи которых можно регулировать содержание олефинов в потоке сырья.

Количество и состав потока, подаваемого в реактор, предпочтительно регулируют в зависимости от температуры. Поэтому в любом месте реактора могут быть обеспечены датчики температуры или термометры. Также в любом месте установки согласно изобретению могут быть обеспечены нагревательные или охлаждающие устройства, при помощи которых можно дополнительно регулировать температуру. Разумеется, к установке согласно изобретению относятся также необходимые для управления регулирующие устройства, которые могут иметь электрический, электронный или механический принцип действия. Регулирование количества и состава подаваемого потока сырья возможно также при помощи других сигналов, например сигналов о содержании серы или олефинов в газе, или сочетания этих измеренных значений. Для этого в любом месте питающих трубопроводов или реактора могут быть обеспечены измерительные датчики.

Установка согласно изобретению принципиально уже описана в патенте DE 102008059243 A1. Предложенная установка отличается от известной, в частности, наличием дополнительных трубопроводов для содержащих олефины потоков.

Кроме того, установка согласно изобретению может дополнительно содержать в любом месте устройства, которые необходимы для поддержания оптимального режима работы. Это могут быть, например, клапаны, насосы, газораспределители или устройства для транспортировки газа. Это могут быть также датчики, термометры, расходомеры или аналитические устройства. Они могут быть обеспечены в любом месте установки согласно изобретению.

Способ и установка согласно изобретению обеспечивают возможность восстановительной десульфуризации содержащих олефины газов с малыми затратами на оборудование и без дорогостоящих охлаждающих или нагревательных устройств. Удаление серы является эффективным, так что содержание серы в обработанном потоке при последующей абсорбционной очистке может быть уменьшено до уровня частей на миллиард (10^{-7} мол.%).

Способ обеспечивает возможность надежного и достоверного регулирования температуры и управления процессом. Благодаря способу согласно изобретению получают газ, который в качестве соединений серы содержит, по существу, лишь сероводород.

Установка согласно изобретению пояснена более подробно при помощи чертежа, при этом изобретение не ограничено воплощением, представленным на чертеже.

На чертеже показан реактор согласно изобретению, например, содержащий три слоя катализатора для проведения восстановительной десульфуризации. Поток (1) сырья при помощи газораспределителя (2) разделяют на три потока (3, 4, 5) сырья. Как правило, поток сырья уже содержит необходимое количество олефинов. В каждом трубопроводе для подачи газа или жидкости установлены три клапана (3а, 4а, 5а) для регулирования потока сырья. Первый поток (3) сырья предварительно нагревают при помощи нагревательного устройства (6) или теплообменника (с тепловым потоком 6а) и через головную часть (3b) реактора вводят (8а) в реактор (7). Наиболее предпочтительно температура при введении первого потока составляет 300°C. Первый поток сырья поступает на первый слой (8) катализатора, где поток нагревается. Слой (8) катализатора содержит катализатор (8b) на соответствующих частицах носителя и колосниковую решетку (8с) или другое подходящее удерживающее устройство. Температура на выходе из нижнего основания решетки для первого слоя (8) катализатора может составлять до 390°C, однако обычно она составляет 370°C. Температуру в этом первом слое катализатора регулируют посредством содержания олефинов в первом потоке (3b) сырья. Вследствие более высокого содержания олефинов в первом потоке сырья первый слой (8) катализатора нагревается сильнее. Содержание олефинов можно, в свою очередь, регулировать при помощи различных потоков (9а, 9b, 9с), которые здесь, например, на-

правляют в первый поток (3) сырья в качестве разбавляющих газовых потоков. При этом поток (9а) имеет высокое содержание олефинов, поток (9б) имеет низкое содержание олефинов и поток (9с) не содержит олефинов. Если, например, требуется поток (3б) сырья с более высоким содержанием олефинов, то подводят большее количество потока (9а) с высоким содержанием олефинов. При использовании потока (3) сырья с меньшим содержанием олефинов подают большее количество потока (9б) с низким содержанием олефинов или потока (9с), не содержащего олефинов. С целью дополнительного регулирования олефины можно дополнительно добавлять путем подачи потока (9а) с высоким содержанием олефинов. Таким способом можно хорошо регулировать температуру в первом слое (8) катализатора. Этот способ возможен также для других потоков (4, 5) сырья. Например, здесь после первого слоя (8) катализатора вводят дополнительный разбавляющий поток (4), без дополнительного регулирования во втором потоке (10а) сырья. Посредством этого поток снова охлаждают предпочтительно до 300°C. Далее этот поток поступает на второй слой (10) катализатора, содержащий катализатор (10б) на удерживающем устройстве (10с). Там поток снова нагревается в результате реакции гидрирования. Затем, с целью установления надлежащей температуры реакции после слоя катализатора вводят дополнительный поток (11а) сырья. Далее полученный поток снова поступает на третий слой (11) катализатора, содержащий катализатор (11б). Катализатор удерживают в реакторе при помощи колосниковых решеток (8с, 10с, 11с) или других удерживающих устройств. На выходе из реактора получают газ (12), который в качестве соединений серы содержит, по существу, лишь сероводород. Полученный газ выводят (13) из нижней части реактора. При помощи тепловой энергии (6а) выходящего потока здесь, например, посредством теплообменника (6) предварительно нагревают первый поток (3б) сырья. Тепловую энергию (14а) выходящего потока (13) используют также для того, чтобы, например, нагревать здесь при помощи теплообменника (14) поток (9б) с низким содержанием олефинов, который добавляют в первый поток (3) сырья. При необходимости поток (3) сырья можно дополнительно нагревать при помощи дополнительного теплообменника (14б) с целью регулирования температуры. Отдельные потоки (9а, 9б, 9с) веществ можно регулировать при помощи клапанов (15а, 15б, 15с). Сбоку указаны типичные температуры реакции.

Список обозначений:

- 1 - поток сырья (содержащий олефины),
- 2 - газораспределитель,
- 3 - первый поток сырья,
- 3а - клапан для регулирования первого потока сырья,
- 3б - первый поток сырья, проходящий через головную часть реактора,
- 4 - второй поток сырья,
- 4а - клапан для регулирования второго потока сырья,
- 5 - третий поток сырья,
- 5а - клапан для регулирования третьего потока сырья,
- 6 - теплообменник для нагревания первого потока сырья,
- 6а - тепловой поток от выходящего потока для нагревания первого потока сырья,
- 7 - реактор,
- 8 - первый слой катализатора,
- 8а - устройства подачи первого потока сырья,
- 8б - частицы катализатора в первом слое катализатора,
- 8с - удерживающее устройство для первого слоя катализатора,
- 9а - поток с высоким содержанием олефинов,
- 9б - поток с низким содержанием олефинов,
- 9с - поток, не содержащий олефинов,
- 10 - второй слой катализатора,
- 10а - устройства подачи второго потока сырья,
- 10б - частицы катализатора во втором слое катализатора,
- 10с - удерживающее устройство для второго слоя катализатора,
- 11 - третий слой катализатора,
- 11а - устройства подачи третьего потока сырья,
- 11б - частицы катализатора в третьем слое катализатора,
- 11с - удерживающее устройство для третьего слоя катализатора,
- 12 - получаемый газ,
- 13 - отбор получаемого газа,
- 14 - теплообменник для нагревания потока с низким содержанием олефинов,
- 14а - тепловой поток от выходящего потока для нагревания потока,
- 14б - теплообменник для нагревания первого потока сырья.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Установка для удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья путем регулирования содержания олефинов, включающая

трубопровод для подачи потока (1) сырья, который обеспечивает разделение (2) потока сырья по меньшей мере на три газовых потока (3, 4, 5); и

трубопровод для подачи первого потока (3b) сырья в верхнюю часть реактора (7), снабженного по меньшей мере тремя горизонтально расположенными слоями (8, 10, 11) катализатора; и

второй и третий трубопроводы, входящие в боковую часть реактора (7) соответственно между первым и вторым слоями (8, 10) катализатора и вторым и третьим слоями (10, 11) катализатора, для подачи (10a, 11a) соответственно второго и третьего потоков (4, 5) сырья в газовый поток, поступающий с верхней части реактора (7) с возможностью протекания полученного смешанного потока через следующий ниже по потоку слой (10, 11) катализатора соответственно, причем

трубопроводы для подачи по меньшей мере одного из потоков (3, 4, 5) сырья соединены с трубопроводами для подачи потоков (9a, 9b, 9c), содержащих различное количество олефинов в каждом и вводимых для регулирования содержания олефинов по меньшей мере в одном из потоков (3, 4, 5) сырья,

в трубопроводе для первого потока (3) сырья перед реактором (7) обеспечено нагревательное устройство (6), представляющее собой теплообменник (6) для нагрева первого потока (3) при помощи полученного газового потока (6a).

2. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья путем регулирования содержания олефинов в установке по п.1, в котором

содержащий олефины и водород газообразный поток (1) сырья пропускают через реактор (7), который содержит по меньшей мере три слоя (8, 10, 11) катализатора, пригодного для восстановительной десульфуризации; и

присутствующие в содержащем олефины и водород потоке (1) сырья органические соединения серы и олефины полностью или частично подвергают гидрированию на указанных катализаторах с образованием сероводорода и предельных углеводородов, причем

содержащий олефины поток (1) сырья перед подачей в реактор (7) разделяют, так что образуются по меньшей мере три потока (3, 4, 5) сырья, и

первый поток (3) сырья подают через соответствующие устройства в верхнюю часть реактора через слой (8) катализатора, содержащий катализатор (8b), пригодный для восстановительной десульфуризации, и

второй поток (4) сырья подают в боковую часть реактора (7) ниже по потоку относительно первого слоя (8) катализатора и добавляют в нагретую реакционную смесь, образовавшуюся в процессе гидрирования указанного первого потока сырья в указанном первом слое (8) катализатора, полученную таким образом газовую смесь пропускают через второй слой (10) катализатора, содержащий катализатор (10b),

третий поток (5) сырья подают в боковую часть реактора (7) ниже по потоку относительно второго слоя (10) катализатора и добавляют в нагретую реакционную смесь, образовавшуюся в процессе гидрирования указанного второго потока сырья в указанном втором слое (10) катализатора, полученную таким образом газовую смесь пропускают через третий слой (11) катализатора, содержащий катализатор (11b),

содержание олефинов по меньшей мере в одном из потоков (3, 4, 5) сырья регулируют путем отдельной подачи потоков (9a, 9b, 9c) олефинов или разбавляющего газа в указанные отдельные потоки (3, 4, 5) сырья, при этом

температуру в реакторе (7) регулируют путем регулирования содержания олефинов по меньшей мере в одном из потоков (3, 4, 5) сырья и

в качестве потока (1) сырья для восстановительной десульфуризации используют газ с высоким содержанием олефинов, имеющих от 2 до 6 атомов углерода.

3. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по п.2, отличающийся тем, что содержание олефинов в первом потоке (3) сырья регулируют посредством добавления в указанный первый поток (3) сырья разбавляющего потока (9b) с низким содержанием олефинов или разбавляющего потока (9c), не содержащего олефинов, или обоих разбавляющих потоков.

4. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по п.2 или 3, отличающийся тем, что содержание олефинов в первом потоке (3) сырья повышают путем отдельного добавления в указанный первый поток (3) сырья потока (9a) с высоким содержанием олефинов.

5. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-4, отличающийся тем, что содержание олефинов в первом потоке (3) сырья регулируют путем отдельного добавления в указанный первый поток (3) сырья разбавляющего потока (9a) с высоким содержанием олефинов, разбавляющего потока (9b) с низким содержанием олефинов или разбавляющего потока (9c), не содержащего олефинов.

6. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-5, отличающийся тем, что поток (12), полученный после пропускания через третью часть (11) катализатора вос-

становительной десульфуризации, пропускают через одну или несколько дополнительных частей катализатора восстановительной десульфуризации, и сбоку, ниже по потоку относительно слоев катализатора в реактор подают дополнительный поток сырья.

7. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по п.6, отличающийся тем, что содержание олефинов в потоках (3, 4, 5) сырья регулируют путем добавления в потоки сырья потока (9b) с низким содержанием олефинов или потока (9с), не содержащего олефинов, или сочетания этих потоков (9b, 9с).

8. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-7, отличающийся тем, что поток (9с), не содержащий олефинов, или поток (9b) с низким содержанием олефинов представляет собой поток, содержащий водород.

9. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-7, отличающийся тем, что поток (9b) с низким содержанием олефинов или поток (9с), не содержащий олефинов, представляет собой поток, содержащий метан.

10. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-7, отличающийся тем, что поток (9b) с низким содержанием олефинов или поток (9с), не содержащий олефинов, представляет собой поток, содержащий водород и метан.

11. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-10, отличающийся тем, что первый поток (3) сырья, подаваемый в верхнюю часть реактора, предварительно нагревают.

12. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-11, отличающийся тем, что доля первого газового потока (3), подаваемого в верхнюю часть реактора (7), составляет от 1 до 99 мас.% от общего потока (1) сырья.

13. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-12, отличающийся тем, что доля первого газового потока, подаваемого в верхнюю часть реактора (7), составляет от 5 до 15 мас.% от общего потока (1) сырья.

14. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-13, отличающийся тем, что в качестве потока (1) сырья для восстановительной десульфуризации используют газ, который содержит значительное количество высших олефинов.

15. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-14, отличающийся тем, что восстановительную десульфуризацию проводят при температуре от 150 до 500°C.

16. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-15, отличающийся тем, что поток (1) сырья подают в реактор (7) при температуре от 200 до 400°C.

17. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-16, отличающийся тем, что поток (1) сырья подают в реактор (7) при температуре от 250 до 350°C.

18. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-17, отличающийся тем, что восстановительную десульфуризацию проводят при давлении от 0,1 до 10 МПа.

19. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-18, отличающийся тем, что нагревание потоков (3, 4, 5) сырья осуществляют в произвольном месте посредством теплообмена с полученным гидрированным потоком продуктов.

20. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-19, отличающийся тем, что нагревание потока (9a) с высоким содержанием олефинов, потока (9b) с низким содержанием олефинов или потока (9с), не содержащего олефинов, осуществляют в произвольном месте посредством теплообмена (6a) с полученным гидрированным потоком (13) продуктов.

21. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-20, отличающийся тем, что после восстановительной десульфуризации проводят абсорбционную очистку полученного продукта или отделение сероводорода из него.

22. Способ удаления серы из содержащих олефины потоков (1) сырья по любому из пп.2-21, отличающийся тем, что после восстановительной десульфуризации проводят адсорбционную очистку с химическим адсорбентом полученного потока (13) продуктов.

