(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202190949 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.08.02

(22) Дата подачи заявки
2019.10.23

(51) Int. Cl. *C10G 65/12* (2006.01)

(54) СПОСОБ СОВМЕСТНОГО ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННОГО И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

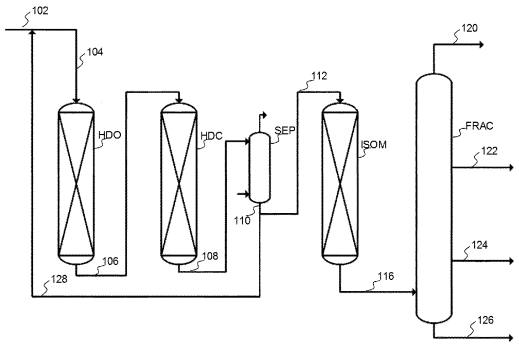
(31) **PA 2018 00767; PA 2019 00852; PA 2019 00851**
(32) **2018.10.24; 2019.07.09; 2019.07.09**
(33) **DK**
(86) **PCT/EP2019/078901**
(87) **WO 2020/083997 2020.04.30**

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

(72) Изобретатель:
Андерссон Асбьерн Суне, Алкильде Оле Фрей, Дьенг Тхай Хонг Дип (DK)

(74) Представитель:
Юрчак Л.С. (KZ)

(57) Изобретение относится к технологической установке и способу получения углеводородов, пригодных для использования в качестве реактивного топлива из сырья, являющегося возобновляемым сырьем или обогащенным кислородом сырьем, включающим стадии объединения сырья с некоторым количеством жидкого разбавителя, направления его для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеоксигенирования в условиях гидроочистки для получения промежуточного продукта гидродеоксигенирования, направления, по меньшей мере, некоторого количества указанного промежуточного продукта гидродеоксигенирования для контактирования с материалом, каталитически активным в гидрокрекинге в условиях гидрокрекинга для получения промежуточного продукта гидрокрекинга, разделяя указанный промежуточный продукт гидрокрекинга на паровую и жидкую фракции, необязательно получая, по меньшей мере, некоторое количество указанного жидкого продукта гидрокрекинга в качестве указанного жидкого разбавителя, направляя, по меньшей мере, некоторое количество указанного жидкого продукта гидрокрекинга для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе изомеризации в условиях изомеризации, для получения промежуточного продукта изомеризации, и фракционирование указанного промежуточного продукта изомеризации для получения, по меньшей мере, углеводорода, пригодного для использования в качестве реактивного топлива, с сопутствующим преимуществом такого процесса, который хорошо подходит для эффективного преобразования верхней точки кипения возобновляемого сырья в продукт с более низкой температурой кипения, такой как неископаемый керосин. В дополнение к указанному углеводороду, пригодному для использования в качестве реактивного топлива, также можно получать дизельное топливо и другие углеводороды.



202190949 A1

202190949 A1

Способ совместного производства авиационного и дизельного топлива

Конверсия кислородсодержащих соединений, таких как возобновляемые энергоносители в процессе гидроочистки, до сих пор в основном применялась для производства дизельного топлива, такого как парафины, соответствующих типичным жирным кислотам биологических материалов, таких как растительные масла и животные жиры (C14, C16 и C18), с характерной для них температурой кипения в диапазоне от 250°C до 320°C, что хорошо соответствует температуре кипения дизельного топлива в диапазоне от 150°C до 380°C. Для кипения продуктов авиационного топлива требуется температура в диапазоне от 120°C до 300 ° C, что означает, что тяжелая часть парафинов из возобновляемого сырья должна быть преобразована в более легкие материалы для производства только реактивного топлива. Настоящее раскрытие относится к способу, имеющему высокий выход смеси жидких транспортных топлив, особенно возобновляемого дизельного топлива и возобновляемого реактивного топлива, отвечающего стандартным требованиям к продукту путем селективного преобразования тяжелого материала в более легкий материал.

При гидроочистке возобновляемого сырья в установке, предназначенной для производства дизельного топлива, часто также производится некоторое количество авиационного топлива. Однако существует интерес к гибкой и надлежащим образом управляемой конверсии от промежуточных продуктов возобновляемого сырья с температурой кипения в основном в диапазоне температуры кипения дизельного топлива, к продуктам реактивного топлива, что требует значительного преобразования.

Стандарт, регулирующий качество реактивного топлива, получаемого из гидроочищенных кислородсодержащих соединений, таких как сложные эфиры и жирные кислоты – это стандарт ASTM D7566, A2.1, который, в частности, определяет кривую температуры кипения и состав. Большинство из этих свойств можно достичь путем гидроочистки и - фракционирования. Однако необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы соответствовать требованию в отношении температуры затвердевания (FP) не более -40°C

и общему содержанию ароматических соединений не более 0,5 wt/wt%. Кроме того, в соответствии с требованиями данного стандарта требуется некоторое количество кипящего при низкой температуре продукта, так как необходимо, чтобы T10, то есть температуры, при которых 10% кипит были ниже 205 ° C. Конечная температура кипения (FBP) определяется как 300°C в соответствии с требованиями стандарта ASTM D86, что означает, что весь материал, с температурой кипения выше 300°C в соответствии с требованиями стандарта ASTM D86, должен быть преобразован в более легкие компоненты, чтобы попасть в диапазон температур реактивного топлива.

Теперь в соответствии с настоящим изобретением предлагается осуществлять комбинированное производство дизельного и реактивного топлива в двухступенчатой обратной конфигурации, при которой на первой стадии сырье гидродеоксигенируется и подвергается гидрокрекингу, а после удаления кислых газов продукт изомеризуется и, возможно, гидродеароматизируется и, наконец, фракционируется. При этом способе гидрокрекинг может выполняться либо с менее дорогим катализатором из основных металлов, либо с более специфичным и дорогим катализатором из благородных металлов на первой стадии, тогда как изомеризация может быть осуществлена на селективном катализаторе из благородных металлов, что приводит к специфическому снижению температуры затвердевания. Если количество ароматических соединений слишком велико, то условия изомеризации могут быть оптимизированы для одновременного удаления ароматических соединений или же для этой цели может быть предусмотрен специальный катализатор.

В дальнейшем термин "стадия" используется для раздела способа, в котором разделение не производится.

В дальнейшем аббревиатура "ppm_v" используется для обозначения объемных частей на миллион, например молярной концентрации газа.

В дальнейшем аббревиатура "ppm_{molar}" используется для обозначения атомных частей на -

миллион.

Далее по тексту для обозначения весового процента используется аббревиатура "wt/wt%".

В нижеследующем тексте аббревиатура "vol/vol%" используется для обозначения процентного объема газа.

Далее термин "возобновляемое сырье" или "углеводород" используется для обозначения сырья или углеводородов, происходящих из биологических источников или рецикла отходов. Переработанные отходы ископаемого происхождения, такие как пластик, также должны рассматриваться как возобновляемые энергоносители.

В дальнейшем термин "гидродеоксигенирование" используется для обозначения удаления - кислорода из кислородсодержащих соединений путем образования воды в присутствии водорода, а также удаления кислорода из кислородсодержащих соединений путем образования оксидов углерода в присутствии водорода.

Далее термин "топология молекулярного сита" используется в том смысле, который описан в издании "Atlas of Zeolite Framework Types," Sixth Revised Edition, Elsevier, 2007 ("Атлас типов цеолитовых каркасов", шестое пересмотренное издание “Elsevier”, 2007 г.), и в соответствии с этим используются трехбуквенные коды типов каркасов.

В широком аспекте настоящее раскрытие относится к способу получения углеводородной фракции, подходящей для использования в качестве реактивного топлива из сырья которое является обогащенным кислородом сырьем, включающий стадии объединения исходного сырья с некоторым количеством жидкого разбавителя для образования комбинированного сырья, направляя указанное комбинированное сырье для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеоксигенирования в условиях гидроочистки для получения промежуточного продукта гидродеоксигенирования, направляя, по меньшей мере, некоторое количество указанного промежуточного продукта гидродеоксигенирования для контактирования с материалом каталитически активным в

процессе гидрокрекинга в условиях гидрокрекинга для получения промежуточного продукта гидрокрекинга, разделяя указанный промежуточный продукт гидрокрекинга на, по меньшей мере, две фракции - паровую и жидкую, при необходимости получая, по меньшей мере, некоторое количество указанного жидкого продукта гидрокрекинга в качестве указанного жидкого разбавителя, направляя, по меньшей мере, некоторое количество указанного жидкого продукта гидрокрекинга для контактирования с материалом каталитически активным в процессе изомеризации в условиях изомеризации для получения промежуточного продукта изомеризации, и осуществляя фракционирование указанного промежуточного продукта изомеризации для получения, по меньшей мере, указанной углеводородной фракции, пригодной для использования в качестве реактивного топлива, с сопутствующим преимуществом такого способа, который хорошо подходит для эффективного преобразования верхней точки кипения возобновляемого сырья в продукт с более низкой температурой кипения, такой как неископаемый керосин. В дополнение к указанному углеводороду, подходящему для использования в качестве реактивного топлива, можно также получать дизельное топливо и другие углеводороды.

В дополнительном воплощении данного изобретения указанная углеводородная фракция, пригодная для использования в качестве авиационного топлива, имеет конечную температуру кипения в соответствии со стандартом ASTM D86, составляющую менее 300°C, с сопутствующим преимуществом продукта такого способа, удовлетворяющего требованиям к температуре кипения спецификации возобновляемого авиационного топлива стандарта ASTM D7566.

В следующем воплощении общий объем сероводорода относительно объема молекулярного водорода в газовой фазе комбинированного сырья, направляемого для контактирования с материалом, являющегося каталитически активным в процессе гидродеоксигенирования, составляет, по меньшей мере, 50 ppm_v, 100 ppm_v или 200 ppm_v, при необходимости добавлением потока, содержащего одно или несколько соединений серы, таких как диметилдисульфид или ископаемое топливо, с попутным преимуществом

обеспечения эффективности действия процесса с низкой стоимости материалом каталитически активным в процессе гидродеоксигенирования, содержащим сульфидированный основной металл.

В следующем воплощении указанное возобновляемое сырье содержит, по меньшей мере, 50 wt/wt% триглицеридов или жирных кислот, при этом сопутствующее преимущество такого сырья заключается в том, что оно очень подходит для получения реактивного топлива с превосходными свойствами.

В следующем воплощении условия гидродеоксигенирования включают температуру в диапазоне 250-400°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,1 до 2, при котором материал, каталитически активный в процессе гидродеоксигенирования, содержит один сульфидированный металл или более, взятый из группы, содержащей никель, кобальт, молибден или вольфрам нанесенным на носитель, содержащий один или несколько огнеупорных окислов, таких как оксид алюминия, двуокись кремния или окись титана с сопутствующим преимуществом такого способа, который хорошо подходят для экономически эффективного удаления - гетероатомов, особенно кислорода из возобновляемого сырья.

В следующем воплощении условия гидрокрекинга включают температуру в диапазоне 250-425°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 4, при необходимости вместе с промежуточным охлаждением путем закаливания холодным водородом, сырьем или продуктом и при этом материал, каталитически активный в процессе гидрокрекинга, содержит: (a) один или несколько активных металлов, взятых из группы, содержащей платину, палладий, никель, кобальт, вольфрам и молибден, (b) кислотную подложку, взятую из группы молекулярного сита, проявляющую высокую крекирующую активность и имеющая такую топологию, как MFI, BEA и FAU, а также аморфные кислотные оксиды, такие как алюмосиликат и (c) огнеупорную подложку, такую как окись алюминия, двуокись кремния или окись титана, или их комбинации, с сопутствующим преимуществом таких условий способа, который

очень хорошо подходит для снижения температуры кипения продукта до соответствия с диапазоном температур кипения керосина.

В следующем воплощении количество материала, с температурой кипения выше 300 ° С в указанном промежуточном продукте гидрокрекинга, уменьшается по меньшей мере на 20%wt, 50%wt или 80%wt или более по сравнению с указанным промежуточным продуктом гидродеоксигенизации с сопутствующим преимуществом высокой степени конверсии являющейся минимизацией продукта с температурой кипения выше 300°С за счет высокой степени жесткости технологического процесса.

В следующем воплощении, по меньшей мере, некоторое количество указанного промежуточного продукта изомеризации направляется для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеароматизации в условиях гидродеароматизации для получения гидродеароматизированного продукта, содержащего менее чем 1 wt/wt%, 0,5 wt/wt% или 0,1 wt/wt%, рассчитанных по общей массе ароматических молекул относительно всех углеводородов в данном потоке, при котором указанный гидродеароматизированный продукт фракционируется вместо указанного промежуточного продукта изомеризации с сопутствующим преимуществом продукта такого способа, удовлетворяющего спецификации реактивного топлива стандарта ASTM D7566.

Указанный материал, каталитически активный в процессе гидродеароматизации в условиях гидродеароматизации, может быть материалом, каталитически активным в процессе гидрокрекинга, или материалом, каталитически активным в процессе изомеризации, действующим при умеренных температурах, способствующих гидродеароматизации. Условия гидродеароматизации предпочтительно включают, по меньшей мере, 50% или 80% конверсии ароматических соединений.

В следующем воплощении условия гидродеароматизации включают температуру в диапазоне 200-350°С, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 8, при этом указанный материал, каталитически

активный в процессе гидродеароматизации, содержит активный металл, взятый из группы, включающей платину, палладий, никель, кобальт, вольфрам и молибден, предпочтительно один или несколько элементарных благородных металлов, таких как платина или палладий, и огнеупорную положку, предпочтительно аморфный алюмосиликат, окись алюминия, двуокись кремния или окись титана, или их комбинации с сопутствующим преимуществом таких условий способа, которые хорошо подходят для гидрирования ароматических соединений.

В следующем воплощении обогащенный водородом поток, содержащий, по меньшей мере, 90 vol% водорода, направляется для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеароматизации с сопутствующим преимуществом направления водорода высокой чистоты, необходимого для данного способа в целом, на стадию гидродеароматизации, способствующую смещению равновесия в сторону от ароматических соединений.

В следующем воплощении условия изомеризации включают температуру в диапазоне 250-400°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 8 и при этом материал, каталитически активный в процессе - изомеризации, содержит активный металл, взят из группы, включающей платину, палладий, никель, кобальт, вольфрам и молибден, предпочтительно один или несколько элементарных благородных металлов, таких как платина или палладий, кислотную подложку, предпочтительно молекулярное сито, более предпочтительно имеющую топологию, взятую из группы, включающей MOR, FER, MRE, MWW, AEL, TON и MTT и аморфную огнеупорную подложку, содержащую один или более оксидов, взятых из группы, включающей окись алюминия, двуокись кремния и окись титана, или их - комбинации, с сопутствующим преимуществом таких условий и материалов, являющийся экономически эффективным и селективным способом регулирования свойств холодного потока продукта.

Еще один аспект настоящего раскрытия относится к технологической установке для

получения углеводородной фракции из сырья, являющегося возобновляемым сырьем или обогащенным кислородом сырьем, при этом указанная технологическая установка, содержит секцию гидродеоксигенирования, секцию гидрокрекинга, секцию изомеризации, секцию разделения и секцию фракционирования, при этом конфигурация указанной технологической установки выполнена с возможностью направления сырья и жидкого разбавителя в секцию гидродеоксигенирования для получения промежуточного продукта гидродеоксигенирования, а также с возможностью направления, по меньшей мере, некоторого количества указанного промежуточного продукта гидродеоксигенирования для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидрокрекинга в условиях гидрокрекинга для получения промежуточного продукта гидрокрекинга, с возможностью разделения указанного промежуточного продукта гидрокрекинга на паровую и жидкую фракции, с возможностью направления, по меньшей мере, некоторого количества указанного жидкого продукта гидрокрекинга для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе изомеризации в условиях изомеризации для получения промежуточного продукта изомеризации, и с возможностью фракционирования указанного промежуточного продукта изомеризации для получения, по меньшей мере, углеводорода, пригодного для использования в качестве реактивного топлива, с сопутствующим преимуществом такой технологической установки, пригодной для осуществления раскрытого способа для экономически эффективного и селективного производства реактивного топлива.

В следующем воплощении технологическая установка содержит соединение с рециклом, сконфигурированное для обеспечения получения некоторого количества указанного жидкого продукта гидрокрекинга в качестве жидкого разбавителя с сопутствующим преимуществом регулирования температуры в реакторе гидродеоксигенирования без добавления разбавителя, такого как ископаемое сырье.

Способами, описанными в настоящем раскрытии, получают возобновляемое сырье и/или обогащенное кислородом сырье, которое содержит один или несколько кислородсодержащих соединений, взятых из группы, состоящей из триглицеридов,

жирных кислот, смоляных кислот, кетонов, альдегидов, спиртов, фенолов и ароматических карбоновых кислот, при которых указанные кислородсодержащие соединения происходят из одного или нескольких биологических источников, процесса газификации, процесса пиролиза, синтеза Фишера-Тропша, синтеза на основе метанола или дополнительного процесса синтеза, особенно полученных из сырья возобновляемого происхождения, такого как исходное сырье, полученное из растений, водорослей, животных, рыбы, переработки растительного масла, бытовых отходов, отработанного пищевого масла, пластиковых отходов, резиновых отходов или промышленных органических отходов, таких как талловое масло или черный щелок. Некоторые из этих видов сырья могут содержать ароматические соединения; особенно продукты, полученные пиролизом или другими процессами, например, из лигнина и древесины, или отходов, например, из масла для жарки. В - зависимости от источника обогащенное кислородом сырье может составлять от 1 до 40 wt/wt%. Биологические источники обычно составляют около 10 wt/wt%, а производные -от 1 до 20 wt/wt% или даже 40 м wt/wt%.

Для конверсии возобновляемого сырья и/или обогащенного кислородом сырья в - углеводородное транспортное топливо, сырье вместе с водородом направляют для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидроочистки, особенно при гидродеоксигенировании. Особенно при повышенных температурах процесс каталитического гидродеоксигенирования может иметь побочные реакции, образующие тяжелый продукт, например, из олефиновых молекул в исходном сырье. Для умеренного выделения тепла может быть добавлен жидкий углеводород, например жидкий поток рецикла или внешний разбавитель. Если процесс предназначен для совместной переработки ископаемого сырья и возобновляемого сырья, то удобно использовать ископаемое сырье в качестве разбавителя, так как при переработке ископаемого сырья выделяется меньше тепла, меньше гетероатомов и насыщается меньше олефинов. В дополнение к снижению температуры рецикл или разбавитель также имеет эффект снижения способности олефинового материала к полимеризации. Полученный в результате поток продукта представляет собой поток промежуточного продукта гидродеоксигенирования, содержащий углеводороды, обычно n-парафины, и кислые газы,

такие как CO, CO2, H2O, H2S, NH3, а также легкие углеводороды, особенно C3 и метан.

Как правило, процесс гидродеоксигенирования включает направление исходного сырья для контактирования с каталитически активным материалом, обычно содержащим один или несколько сульфидированных металлов, взятых из группы никеля, кобальта, молибдена или вольфрама, нанесенных на носитель, содержащий один или несколько тугоплавких оксидов, обычно окись алюминия, но, возможно, двуокись кремния или титан. Подложка, как правило, аморфная. Каталитически активный материал может содержать дополнительные компоненты, такие как бор или фосфор. Условия - в большинстве случаев это температура в диапазоне 250-400°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовая объемная скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,1 до 2. Гидродеоксигенирование обычно экзотермический процесс, и в присутствии большого количества кислорода данный процесс может включать промежуточное охлаждение, например, путем закалки холодным водородом, сырьем или продуктом. Исходное сырье может предпочтительно содержать некоторое количество серы для обеспечения сульфидирования металлов с целью поддержания их активности. Если газовая фаза содержит менее 10, 50 или 100 ppm_v серы, в сырье может быть добавлен донор сульфида, такой как диметилдисульфид (DMDS).

Для использования потока промежуточного продукта гидродеоксигенирования в качестве керосиновой фракции необходимо отрегулировать диапазон температур кипения. Регулировка температуры кипения может также потребоваться, если в промежуточном продукте гидродеоксигенирования присутствует некоторое количество тяжелого продукта. Температура кипения регулируется гидрокрекингом длинных парафинов в более короткие парафины, направлением промежуточного продукта гидродеоксигенирования для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидрокрекинга.

Гидрокрекинг включает в себя направление промежуточного сырьевого продукта гидродеоксигенирования для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидрокрекинга. Материал, каталитически активный в процессе гидрокрекинга, обычно содержит активный металл (который в настоящем раскрытии представляет собой

один или несколько сульфидированных основных металлов, таких как никель, кобальт, вольфрам и/или молибден), кислотную подложку (обычно молекулярное сито, обладающее высокой крекирующей активностью и имеющее топологию, такую как MFI, BEA и FAU, но также могут использоваться аморфные кислотные оксиды, такие как алюмосиликат) и огнеупорную подложку (такую как окись алюминия, двуокись кремния или окись титана или их комбинации). Каталитически активный материал может содержать дополнительные компоненты, такие как бор или фосфор. Предпочтительные катализаторы гидрокрекинга включают молекулярные сита, такие как ZSM-5, цеолит Y или бета-цеолит.

Согласно настоящему раскрытию, материал, каталитически активный в процессе гидрокрекинга, представляет собой основной металл, расположенный ниже по ходу потока материала, каталитически активного в процессе гидродеоксигенирования.

Условия - это обычно температура в диапазоне 250-400°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовая объемная скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 4. Поскольку гидрокрекинг является экзотермическим, процесс может включать промежуточное охлаждение, например, путем закалки холодным водородом, сырьем или продуктом. Активный (-ые) металл(-ы) на материале, каталитически активном в процессе гидрокрекинга, является основным металлом, поэтому промежуточное сырье - гидродеоксигенирования, включающее газовую фазу, обычно направляется для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидрокрекинга, без дальнейшей очистки. Газовая фаза данной смеси предпочтительно должна содержать, по меньшей мере, 50 ppm_v серы.

Гидродеоксигенирование ненасыщенных жирных кислот может привести к образованию ароматических соединений в качестве продуктов побочной реакции. Поэтому даже для насыщенного кислородом сырья, содержащего менее 1% ароматических соединений, может быть дополнительно необходимо направить изомеризованный продукт для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеароматизации.

Промежуточный продукт гидрокрекинга в основном будет линейными углеводородами как и исходное сырье, или если исходное сырье содержит триглицериды, n-парафины, но, возможно, меньшей длины, чем жирные кислоты. Как правило, в промежуточном продукте гидрокрекинга преобладают линейные алканы с температурой кипения в диапазоне температуры кипения (от 250°C до 320°C) и температуру затвердевания (от 0°C до 30°C), непригодные для использования в качестве реактивного топлива. Некоторые тяжелые компоненты и ароматические соединения также могут образовываться на стадии гидродеоксигенирования, если ненасыщенные жирные кислоты полимеризуются.

Для использования промежуточного продукта гидрокрекинга в качестве топлива на практике необходимо регулировать температуру затвердевания. Температура затвердевания регулируется изомеризацией n-парафинов в i-парафинов, направлением промежуточного продукта гидрокрекинга для контактирования с материалом, - каталитически активным в процессе изомеризации

Материал, каталитически активный в процессе изомеризации, обычно содержит активный металл (который в соответствии с настоящим раскрытием способа по изобретению представляет собой один или несколько элементарных благородных металлов, таких как платина и/или палладий), кислотную подложку (обычно молекулярное сито, обладающее высокой селективностью по форме и имеющее топологию, такую как MOR, FER, MRE, MWW, AEL, TON и MTT) и обычно аморфную огнеупорную подложку (такую как окись алюминия, двуокись кремния или окись титана или их комбинации). Каталитически активный материал может содержать дополнительные компоненты, такие как бор или фосфор. Предпочтительные катализаторы изомеризации включают молекулярные сита, такие как EU-2, ZSM-48, бета-цеолит и комбинированный бета-цеолит и цеолит типа Y.

Обычно, изомеризация включает в себя направление промежуточного сырья гидрокрекинга для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе изомеризации. Условия - это обычно температура в диапазоне 250-400°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовая объемная скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 8. Изомеризация по существу является термически нейтральным процессом в котором

потребляется только водород в побочных реакциях гидрокрекинга, поэтому в реактор изомеризации добавляется только умеренное количество водорода. Как активный металл на наиболее селективных материалах, каталитически активных в процессе изомеризации, является благородным металлом, гидродеоксигенированное сырье обычно очищают путем газожидкостного разделения, чтобы снизить содержание потенциальных ядов катализатора до низких уровней, таких как уровни оксидов серы, азота и углерода ниже 1-10 ppm.

В некоторых случаях гидродеароматизация может быть удовлетворительно проведена в присутствии материала, каталитически активного в процессе гидроизомеризации, но также ,возможно, потребуется отдельный реактор или реакторный слой с материалом, каталитически активным в процессе гидродеароматизации.

Такой материал, каталитически активный в процессе гидродеароматизации, обычно содержит активный металл (предпочтительно один или несколько сульфидированных основных металлов, таких как никель, кобальт, вольфрам или молибден, но, возможно - после очистки удалением, например, сероводорода - благородные металлы, такие как платина и/или палладий) и огнеупорную подложку (такую как аморфный алюмосиликат, окись алюминия, двуокись кремния или окись титана или их комбинации). Гидродеароматизация контролируется равновесием, при высоких температурах. В отношении ароматических соединений предпочтительно применять благородные металлы в качестве активного металла, поскольку они активны при более низких температурах по сравнению с неблагородными металлами.

Обычно, гидродеароматизация включает в себя направление промежуточного продукта для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеароматизации. Предпочтительно, чтобы температура была умеренной, поскольку при повышенных температурах равновесие между ароматическими соединениями и молекулами насыщения смещается в сторону ароматических соединений. Условия - это обычно температура в диапазоне 200-350°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовая объемная скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 8. Предпочтительный (-ые) активный (-ые) металл (-ы) на материале, каталитически активном в процессе гидродеароматизации - это часто благородный (-ые) металл(-ы), поскольку катализаторы из благородных металлов в целом активны при более низких температурах, чем сопоставимые катализаторы не содержащие

благородных и редких металлов. Согласно настоящему раскрытию, изомеризованный продукт обычно достаточно очищен, поскольку активный металл(-ы) в материале, каталитически активном при изомеризации, является благородным металлом. Могут быть использованы катализаторы, не содержащие благородных и редких металлов, и в этом случае газовая фаза, связанная с промежуточным гидроизомеризованным сырьем, предпочтительно содержит не менее 50 ppm_v серы. Часто катализатор гидрокрекинга или гидроизомеризации, действующий при температурах ниже 350°C, способен катализировать умеренную гидродеароматизацию, например, сокращением содержания ароматических соединений 10 wt/wt% до менее 0,5% wt/wt%.

Эта необходимость комбинировать 3 или 4 каталитически активных материала для конверсии возобновляемого сырья в реактивное топливо, естественно, усложняет схему технологического процесса, и последовательность материалов должна быть тщательно продумана. Кроме того, рецикл может быть использован для трех различных целей: рецикл газа для эффективного использования водорода, рецикл жидкости вокруг материала, каталитически активного в процессе гидрокрекинга, чтобы максимизировать выход керосиновой фракции, и рецикл жидкости вокруг материала, каталитически активного в процессе гидродеоксигенирования, чтобы ограничить повышение температуры из-за экзотермических реакций гидродеоксигенирования.

Поскольку изомеризация и гидродеароматизация осуществляются с использованием каталитически активного материала, содержащего благородные металлы, перед проведением данной реакции удаляются “кислые газы”, в том числе сероводород, углекислый газ и аммиак. Некоторое количество промежуточного продукта гидрокрекинга также может быть возвращено на вход реактора гидродеоксигенирования.

Выполнение последовательности операций в соответствии с текущим раскрытием, с рециклом вокруг реакторов гидродеоксигенирования и гидрокрекинга, имеет преимущество в том, что позволяет проводить высокую конверсию гидрокрекинга за несколько проходов, а не в жестких условиях, что позволяет осуществлять полную конверсию при умеренных температурах, таким образом, снижая потери выхода и поддерживая высокий выход керосина, а также минимизируя чрезмерный крекинг до нафты и более легкого соединения. Использование катализатора изомеризации для

улучшения температуры затвердевания авиационного топлива позволяет увеличить конечную точку дистилляции авиационного топлива при сохранении требований к температуре затвердевания. Наконец, поскольку на второй стадии происходит сатурация ароматических соединений, не требуется, чтобы к первой стадии применялись какие-либо требования в отношении ароматических соединений, что позволяет на первой стадии обрабатывать более тяжелое и/или более ароматическое, нафтеновое или ненасыщенное сырье, а также сырье, такое как отработанное пищевое масло, продукты пиролиза или талловый пек (смола таллового масла), которые, как известно, содержат ароматические соединения или ненасыщенное сырье в небольших количествах в стандартных условиях гидрообработки, затем эти ароматические соединения насыщаются на второй стадии.

Одно воплощение согласно настоящему раскрытию соответствует способу, при котором поток, содержащий оксигенированные и гидрокрекированные рециркулированные углеводороды, а также содержащий некоторое количество серы, направляется в реактор гидродеоксигенирования, содержащий каталитически активный материал, содержащий один или несколько основных металлов и огнеупорную подложку с низкой кислотностью. Такой материал активен в процессе гидродеоксигенирования и других реакциях - гидроочистки в отношении удаления гетероатомов и двойных связей. Рециркулированные углеводороды участвуют в реакции в качестве теплопоглотителей, поглощая выделяющуюся теплоту реакции от гидродеоксигенирования, тем самым поддерживая умеренную температуру в реакторе гидродеоксигенирования. Эта стадия обеспечивает поток, содержащий большое количество насыщенных линейных алканов в комбинации с определенным количеством воды, CO, CO2, метана, сероводорода и аммиака.

Затем поток гидрооксигенированных угдеводородов направляется в реактор гидрокрекинга для контактирования с каталитически активным материалом, содержащим один или несколько основных металлов и огнеупорную подложку с высокой кислотностью. Такой материал активен в гидрокрекинге, и на данной стадия получают поток, в котором углеводороды с более высокой температурой кипения превращаются в углеводороды с более низкой температурой кипения. Жесткость процесса гидрокрекинга определяет характеристики температуры кипения продукта, и процесс гидрокрекинга, обычно, выполняется с полной конверсией фракции, с температурой кипения выше диапазона дизельного топлива. Если степень жесткости процесса гидрокрекинга выбрана для полной

конверсии данной фракции с температурой кипения выше диапазона реактивного топлива, то потери выхода для газов и нафты обычно будут также выше.

Поток гидрокрекинга направляется в секцию разделения с отведением воды, сероводорода и аммиака и с получением углеводородного потока, не содержащего активных соединений серы. Некоторое количество обессеренного углеводородного потока рециркулируется в виде рециркулированных углеводородов, и некоторое количество направляется в качестве сырья в реактор изомеризации, содержащий материал, каталитически активный в процессе изомеризации, и необязательно, материал, каталитически активный в процессе гидродеароматизации. Оба материала на основе катализатора из благородных металлов, таких как платина, палладий или их комбинация, в сочетании с кислотной подложкой. Для обеспечения селективной изомеризации, перегруппировки линейных алканов в разветвленные алканы с минимальным образованием более легких углеводородов кислотная подложка предпочтительно является селективной по форме. В отношении гидродеароматизации кислотная подложка также участвует в реакции, и, кроме того, поскольку активность благородных металлов выше, чем активность основных металлов, данная реакция будет протекать при более низких температурах. Поскольку равновесие между ароматическими и неароматическими соединениями смещается в сторону от ароматических соединений при низких температурах, благородные металлы обеспечивают то преимущество, что более низкая температура соответствует данному равновесию. Гидродеароматизация может даже происходить на материале, каталитически активном при изомеризации, который часто будет обладать некоторой гидродеароматизирующей активностью.

Поскольку обессеренный углеводородный поток не содержит сероводорода или аммиака, как функция благородного металла, так и кислотная функция материала, каталитически активного в процессе изомеризации, не нарушаются, и разветвленный поток углеводородов образуется с высокой селективностью.

Изомеризованный поток направляют в установку для фракционирования (после соответствующего удаления газовой фазы в цепочке последовательно соединенных сепараторов) и отводят, по меньшей мере, газовую, промежуточную и донную фракции.

Одним из преимуществ компоновки в соответствии с настоящим описанием является то, что запуск такой установки является простым по сравнению с процессами, в которых благородные металлы и неблагородные металлы используются на одной и той же стадии, поскольку комбинированная стадия гидроочистки/гидрокрекинга выше по ходу потока секции разделения может быть активирована сульфидированием, в то время как секция изомеризации ниже по ходу потока секции разделения может быть активирована восстановлением.

Данная схема обеспечивает конверсию исходного сырья в продукт в диапазоне реактивного топлива или более легкий продукт, поскольку некоторые или даже все тяжелые гидродеоксигенированные углеводороды могут быть подвергнуты гидрокрекингу с получением более легких продуктов. Возможно совместное получение реактивного и дизельного топлива или только получение дизельного топлива, и конверсия температуры кипения в основном осуществляется в секции гидродеоксигенирования и секции гидрокрекинга с использованием только катализаторов из основных металлов и, таким образом, позволяет добавлять серу в виде диметилдисульфида (DMDS) в одном положении технологического процесса. Кроме того, регулирование температуры затвердевания производится селективно путем изомеризации на катализаторе из благородных металлов независимо от условий гидрокрекинга.

При желании производить только дизельное топливо без реактивного топлива гидрокрекинг не требуется. В этом случае может быть предпочтительно либо обойти реактор гидрокрекинга, либо, в качестве альтернативы, охладить продукт перед данным реактором таким образом, чтобы он был неактивен. Технологическая установка может быть сконфигурирована таким образом, чтобы позволить такую схему компоновки в кратчайшие сроки, например, путем установки соответствующего оборудования и управления в диспетчерской.

Рисунки

На Рис. 1 представлена упрощенная иллюстрация технологического процесса в соответствии с настоящим раскрытием.

На Рис. 2 представлена упрощенная иллюстрация процесса в соответствии с предшествующим уровнем техники.

На Рис. 3 представлена упрощенная иллюстрация процесса в соответствии с предшествующим уровнем техники.

Рис. 1 представляет собой упрощенную иллюстрацию схемы в соответствии с настоящим раскрытием, без указания газообразных сырьевых потоков и подробностей процесса отделения. Возобновляемое сырье (102) объединяют с потоком разбавителя рецикла (128) и направляют в качестве сырьевого потока гидродеоксигенирования (104) вместе с определенным количеством обогащенного водородом потока (не показано) в реактор гидродеоксигенирования (HDO), где данная смесь контактирует с материалом, каталитически активным в процессе гидрогенизации в условиях гидроочистки. Это обеспечивает получение промежуточного продукта гидродеоксигенирования (106). Промежуточный продукт гидрокдеокигенирования (106) направляют в реактор гидрокрекинга (HDC), функционирующий в условиях гидрокрекинга с получением промежуточного продукта гидрокрекинга (108). Промежуточный продукт гидрокрекинга (108) направляется в секцию сепаратора (SEP), показанную для упрощения в виде единого блока, в которой промежуточный продукт гидрокрекинга разделяется на поток газа для рециркуляции и поток жидкого промежуточного продукта (110). Поток жидкого промежуточного продукта (110) разделяется на поток разбавителя рецикла (128) и поток сырья реактора изомеризации (112) направляемый в реактор изомеризации (ISOM), где он контактирует с материалом, каталитически активным в процессе изомеризации в условиях изомеризации, и, необязательно, с дополнительным материалом, каталитически активным в процессе гидродеароматизации в условиях гидродеароматизации, с получением изомеризованного продукта (116), который направляется в секцию фракционирования (FRAC), показанную для упрощения в виде единого блока, разделяя изомеризованный продукт на легкий верхний поток (120), продукт нафты (122), продукт реактивного топлива (124) и донную дизельную фракцию (126).

На Рис. 2 показан пример предшествующего уровня техники, на уровне детализации аналогичном Рис. 1, без указания газообразных сырьевых потоков и подробностей процесса отделения для упрощения. Возобновляемое сырье (202) объединяют с потоком разбавителя рецикла (228) и направляют в качестве потока сырья гидродеоксигенирования (204) вместе с определенным количеством обогащенного водородом потока (не показано) в реактор гидродеоксигенирования (HDO), где данная смесь контактирует с материалом, каталитически активным в процессе гидрогенизации в условиях гидроочистки. Это

обеспечивает получение промежуточного продукта гидродеоксигенирования (214), который направляется в реактор гидроизомеризации (ISOM), где он контактирует с материалом, каталитически активным в процессе изомеризации в условиях изомеризации, с получением депарафинизированного промежуточного продукта (216). Депарафинизированный промежуточный продукт (216) направляют в секцию фракционирования (FRAC), показанную для упрощения в виде единого блока, с разделением продукта гидрокрекинга на легкий верхний поток (220), поток нафты (222), продукт реактивного топлива (224) и нижнюю дизельную фракцию, которая разделяется на поток разбавителя рецикла (228) и поток дизельного продукта (226).

На Рис. 3 показан еще один пример известного уровня техники, без указания газообразных сырьевых потоков и подробностей процесса отделения для упрощения. Возобновляемое сырье (302) объединяют с потоком разбавителя рецикла (328) и направляют в качестве потока сырья гидродеоксигенирования (304) вместе с определенным количеством обогащенного водородом потока (не показано) в реактор гидродеоксигенирования (HDO), где данная смесь контактирует с материалом, каталитически активным в процессе гидрогенизации в условиях гидроочистки. Это обеспечивает получение промежуточного продукта гидродеоксигенирования (306), который направляется в секцию разделения (SEP), из которой отводится очищенный промежуточный продукт гидродеоксигенирования (308) и разделяется на поток разбавителя рецикла (328) и поток сырья изомеризации (310), который объединяется с обессеренным водородным потоком (не показано) и направляется в реактор гидроизомеризации (ISOM). В данном реакторе комбинированный сырьевой поток контактирует с материалом из благородных металлов, каталитически активным в процессе изомеризации в условиях изомеризации с получением депарафинизированного промежуточного продукта (312). Депарафинизированный промежуточный продукт (312) направляют в секцию фракционирования (FRAC), показанную для упрощения в виде единого блока, разделяя продукт гидрокрекинга на легкий верхний поток (320), поток нафты (322), продукт реактивного топлива (324) и донную дизельную фракцию (326).

Примеры

Проведено сравнение функциональных характеристик технологических схем, показанных на Рис. 1 и 3.

В Таблице 1 приведены характеристики возобновляемого сырья, представляющего собой комбинацию животного жира и растительного масла, а также промежуточных продуктов после гидроочистки. В промежуточном продукте преобладают алканы C16 и C18. У данного промежуточного продукта высокая температура затвердевания (24°C) и он содержит более 1,5 wt/wt% ароматических соединений. Исходное сырье обрабатывали в двух технологических процессах в соответствии с Рис. 1 и 3 соответственно, и результаты этой обработки приведены в Таблице 2, где “Пример 1” соответствует Рис. 1, а “Пример 2” соответствует Рис. 2. Значения для "выхода чистого продукта реактивного топлива" рассчитываются как количество реактивного топлива, произведенное в технологическом процессе, за вычетом количества реактивного топлива, уже присутствующее в исходном сырье, по формуле: *выход чистого продукта реактивного топлива = [общее количество продукта реактивного топлива] - [естественное количество реактивного топлива, присутствующее в сырье].* Выходы представлены в этой Таблице в виде wt/wt% сырья на установку. Например, выход реактивного топлива 51 wt/wt% указывает на то, что на каждые 100 кг сырья, перерабатываемого в установке, производится 51 кг реактивного топлива.

Результаты обоих примеров продемонстрировали производство реактивного топлива с превосходными свойствами, низкой температурой затвердевания (-40°C) и низким содержанием ароматических соединений (<0,5 wt/wt%). В Примере 1 согласно настоящему раскрытию выход реактивного топлива составляет 51 wt/wt%, тогда как в Примере 2 выход реактивного топлива - 43 wt/wt%, предполагая границу отделения между реактивным и дизельным топливом - 300°C. При оптимизации технологического процесса при допущении более высокой стоимости реактивного топлива эта разница, очевидно, является весьма привлекательным преимуществом Примера 1.

Ключевое различие между функциональными характеристиками в этих двух случаях заключается в том, что в Примере 1 обеспечивается выход реактивного топлива 52 wt/wt%, тогда как в Пример 2 - гораздо более низкий выход -43 wt/wt%. Поскольку конверсия происходит в конфигурации рециркуляции, могут быть выбраны более мягкие условия - реакции, снижающие чрезмерную конверсию в нафту по сравнению с однократной конверсией. При оптимизации процесса при допущении более высокой стоимости реактивного топлива полученная разница, очевидно, является весьма привлекательным преимуществом Примера 1.

Таблица 1

		Исходное сырье
	Источник	**Исходное сырье A** Животный жир/отработанное пищевое масло
Жирные кислоты C16		20 wt/wt%
Жирные кислоты C18		74 wt/wt%
Свойства промежуточного продукта гидродеоксигенирования		
Свойство	**Метод анализа**	
Точка затвердевания	ASTM D 5972	24°C
Ароматические соединения	ASTM D 6591	1,5 wt/wt%
Температура кипения (°C)	ASTM D 7213 C	
Температура начала кипения (IBP)	ASTM D 7213 C	200
10 wt/wt%		290
30 wt/wt%		317
50 wt/wt%		321
70 wt/wt%		323
90 wt/wt%		324
Температура конца кипения (FBP)		482
Естественное количество реактивного топлива, присутствующее в сырье, 110-300°C	wt/wt%	17

	Пример 1	Пример 2
P	70 бар избыточного давления	70 бар избыточного давления
T (реактор гидродеоксигенирования, HDO)	320°C	320°C
T (секция изомеризации, ISOM)	315°C	330°C
Часовая объемная скорость жидкости (секция изомеризации, ISOM)	2	2
T(HDC)	350°C	-

Часовая объемная скорость жидкости (секция гидрокрекинга, HDC)	0,6	-
Выход чистого реактивного топливного продукта	35 wt/wt%	26 wt/wt%
Температура затвердевания реактивного топлива	-40°C	-40°C
Содержание ароматических соединений в реактивном топливе	<0,5 wt/wt%	<0,5 wt/wt%
Выход нафты (температура кипения 60°C -110°C)	8 wt/wt%	5 wt/wt%
Выход реактивного топлива (температура кипения 110°C -300°C)	52 wt/wt%	43 wt/wt%
Выход дизельного топлива (температура кипения 300°C -370°C)	20 wt/wt%	35 wt/wt%

Формула изобретения:

1. Способ получения углеводородной фракции, пригодной для использования в качестве реактивного топлива (124), из обогащенного кислородом сырья (102), включающий стадии:
   a. комбинирования исходного сырья (102) с некоторым количеством жидкого разбавителя (128) для образования комбинированного исходного сырья (104), направляя указанное комбинированное исходное сырье (104) для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеоксигенирования (HDO) в условиях гидроочистки для получения промежуточного продукта гидродеоксигенирования (106);
   b. направления, по меньшей мере, некоторого количества указанного промежуточного продукта гидродеоксигенирования (106) для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидрокрекинга (HDC) в условиях гидрокрекинга для получения промежуточного продукта гидрокрекинга (108);
   c. разделения указанного промежуточного продукта гидрокрекинга (108), по меньшей мере, на две фракции - паровую и жидкую (110);
   d. необязательно получение, по меньшей мере, некоторого количества указанной жидкой фракции продукт гидрокрекинга (110) в качестве указанного жидкого разбавителя (128);
   e. направления, по меньшей мере, некоторого количества указанной жидкой фракции (110) для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе изомеризации (ISOM) в условиях изомеризации для получения промежуточного продукта изомеризации (116); и
   f. фракционирования указанного промежуточного продукта изомеризации (116) для получения, по меньшей мере, указанной углеводородной фракции, пригодной для использования в качестве реактивного топлива (124).

2. Способ по п. 1, при котором указанная углеводородная фракция, пригодная для использования в качестве реактивного топлива (124), имеет конечную температуру кипения в соответствии с требованиями стандарта ASTM D86 менее чем 300°C.

3. Способ по п. 1 или 2, при котором объем сероводорода относительно объема молекулярного водорода в газовой фазе комбинированного сырья (104), направляемого для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеоксигенирования, составляет, по меньшей мере, 50 ppm_v, 100 ppm_v или 200 ppm_v, при необходимости добавлением потока, содержащего одно или более соединений серы, таких как диметилдисульфид или ископаемое топливо.

4. Способ по пунктам формулы изобретения 1, 2 или 3, при котором указанное исходное сырье (102) содержит, по меньшей мере, 50 wt/wt% триглицеридов или жирных кислот.

5. Способ по п. 1, 2, 3 или 4 при котором условия гидродеоксигенирования включают температуру в диапазоне 250-400°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,1 до 2 и при котором материал, каталитически активный в процессе гидродеоксигенирования, содержит один или несколько сульфидированных основных металлов, взятых их группы, содержащей никель, кобальт, молибден или вольфрам нанесенный на носитель, содержащий один или несколько огнеупорных окислов, таких как оксид алюминия, двуокись кремния или окись титана

6. Способ по п. 1, 2, 3, 4, 5 или 6 при котором условия гидрокрекинга включают температуру в диапазоне 250-425°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 4, при необходимости вместе с промежуточным охлаждением путем закалки холодным водородом, сырьем или продуктом и при котором материал, каталитически активный в процессе гидрокрекинга, содержит (a) один или более активных металлов, взятых из группы платины, палладия, никеля, кобальта, вольфрама и молибдена, (b) кислотную подложку, взятую из группы молекулярного сита, обладающую высокой крекирующей активностью и имеющую топологию, такую как MFI, BEA и FAU, а также аморфные кислотные оксиды такие как алюмосиликат и (c) огнеупорную - подложку, такую как окись алюминия, двуокись кремния или титан, или их комбинации.

7. Способ по п. 1, 2, 3, 4, 5 или 6 при котором количество материала с температурой кипения выше 300 °C в указанном промежуточном продукте гидрокрекинга (108), уменьшается, по меньшей мере, на 20 %wt, 50 %wt или 80 %wt или более по сравнению с указанным промежуточным продуктом гидродеоксигенирования (106).

8. Способ по п. 1, 2, 3, 4, 5, 6 или 7 при котором, по меньшей мере, некоторое количество указанного промежуточного продукта изомеризации (116) направляется для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидродеароматизации (HDA) в условиях гидродеароматизации для получения гидродеароматизированного продукта, содержащего менее 1 wt/wt%,, 0,5 wt/wt%, или 0,1 wt/wt%, рассчитанных по общей массе ароматических молекул относительно всех углеводородов в потоке при котором указанный гидродеароматизированный продукт фракционируют вместо указанного промежуточного продукта. изомеризации (116) на стадии (f).

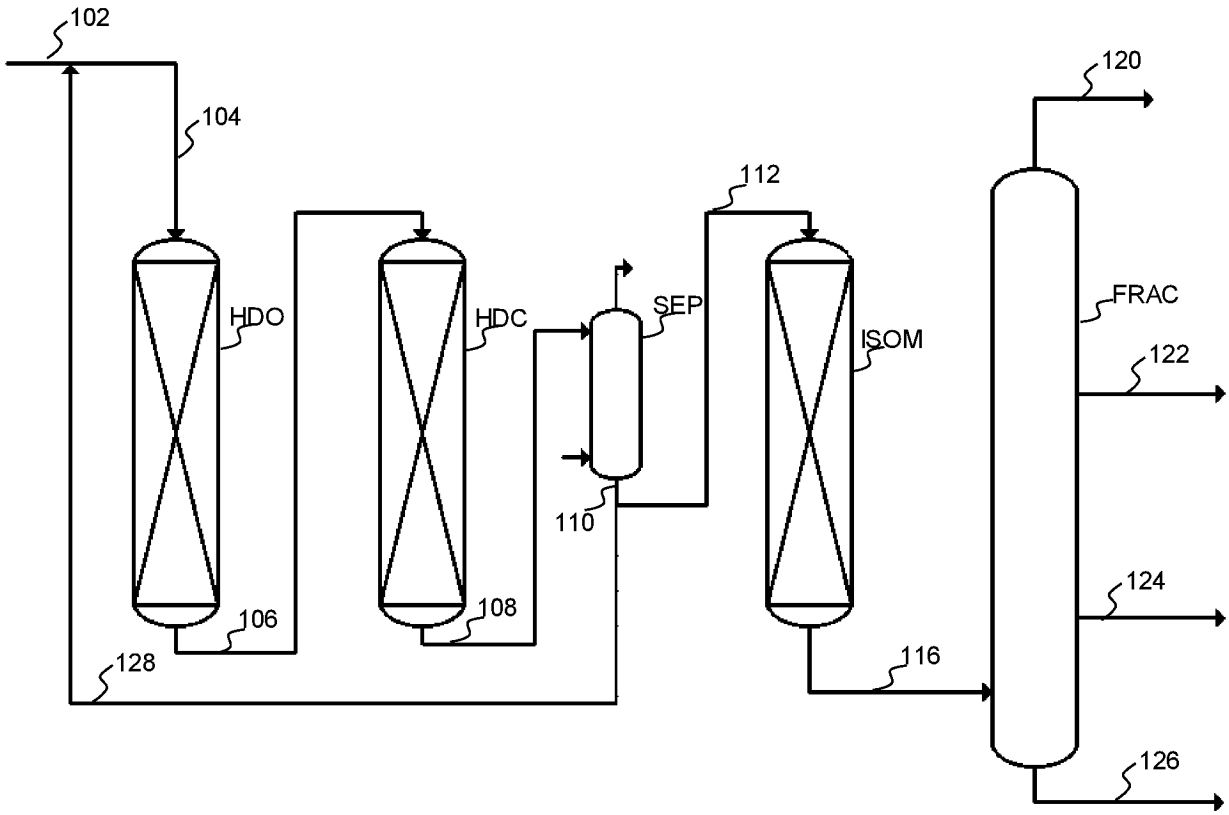
9. Способ по п. 8 при котором условия гидродеароматизации включают температуру в диапазоне 200-350°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 8 и при котором указанный материал, каталитически активный в процессе гидродеароматизации, содержит активный металл, взятый из группы, включающей платину, палладий, никель, кобальт, вольфрам и молибден, предпочтительно один или несколько элементарных благородных металлов, таких как платина или палладий, и огнеупорную подложку, предпочтительно аморфный алюмосиликат, окись алюминия, двуокись кремния или окись титана, или их комбинации.

10. Способ по п. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, или 9 при котором условия изомеризации включают температуру в диапазоне 250-350°C, давление в диапазоне 30-150 бар и часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 8, и, при котором материал, каталитически активный в процессе изомеризации, содержит активный металл, взятый из группы, включающей платину, палладий, никель, кобальт, вольфрам и молибден, предпочтительно один или несколько элементарных благородных металлов, таких как платина или палладий, кислотную подложку,

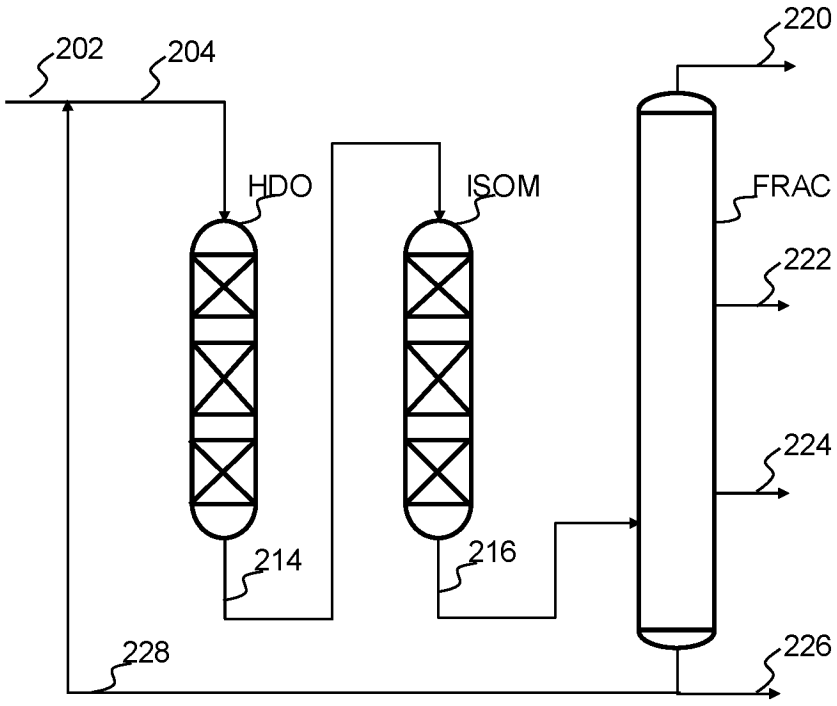
предпочтительно молекулярное сито, более предпочтительно имеющую топологию, взятую из группы, включающей MOR, FER, MRE, MWW, AEL., TON и MTT и аморфную огнеупорную подложку, содержащую один или несколько оксидов, взятых из группы, включающей окись алюминия, двуокись кремния и окись титана или их комбинации.

11. Технологическая установка для получения углеводородной фракции, пригодной для использования в качестве реактивного топлива (124) из исходного сырья (102), являющегося возобновляемым сырьем или обогащенным кислородом сырьем, при этом указанная технологическая установка содержит секцию гидродеоксигенирования (HDO), секцию гидрокрекинга (HDC), секцию разделения (SEP), секцию изомеризации (ISOM), и секцию фракционирования (FRAC), при этом конфигурация указанной технологической установки выполнена с возможностью:
    a. направления исходного сырья (102) и жидкого разбавителя (128) в секцию гидродеоксигенирования (HDO) для получения промежуточного продукта гидродеоксигенирования (106);
    b. направления, по меньшей мере, некоторого количества указанного промежуточного продукта гидродеоксигенирования (106) для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе гидрокрекинга (HDC) в условиях гидрокрекинга с получением промежуточного продукта гидрокрекинга (108);
    c. разделения указанного промежуточного продукта гидрокрекинга (108) на паровую и жидкую фракции (110);
    d. направления, по меньшей мере, некоторого количества указанного жидкого продукта гидрокрекинга (112) для контактирования с материалом, каталитически активным в процессе изомеризации (ISOM) в условиях изомеризации для получения промежуточного продукта изомеризации (116); и
    e. фракционирования указанного промежуточного продукта изомеризации (116) в указанной секции фракционирования (FRAC) для получения, по меньшей мере, углеводорода, пригодного для использования в качестве реактивного топлива (124).

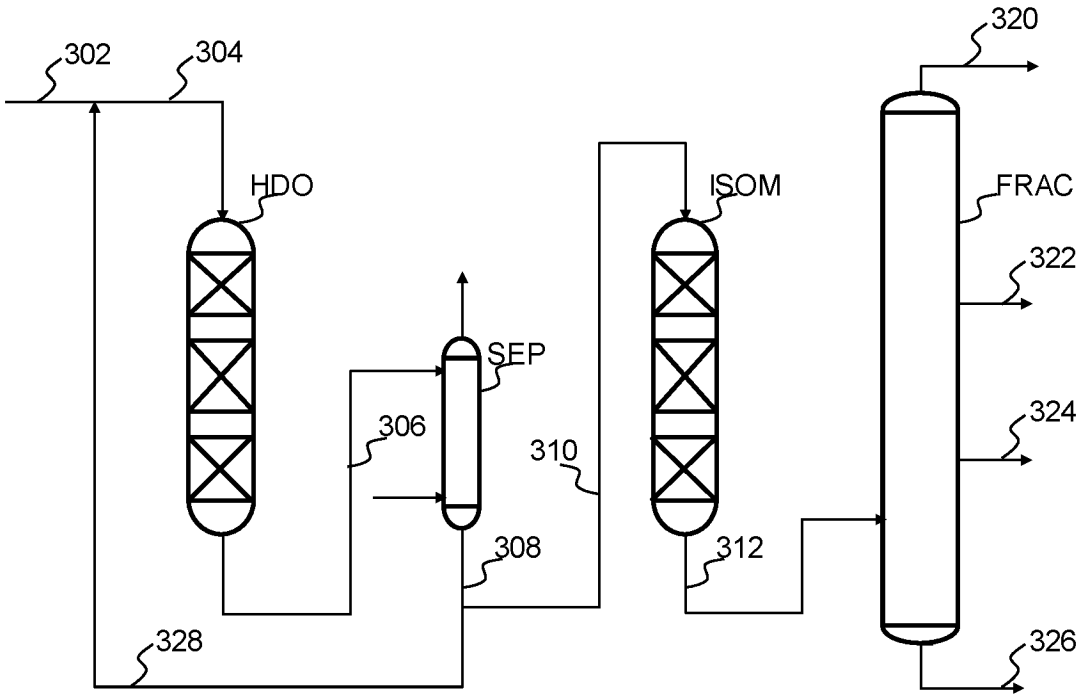
12. Технологическая установка по п. 11 дополнительно включающая соединение с рециклом, сконфигурированное для получения указанного жидкого продукта гидрокрекинга (110) в качестве жидкого разбавителя (128).


102
104
HDO
HDC
SEP
112
ISOM
120
FRAC
122
110
106
108
124
116
128
126

Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3