

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **036182**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.10.12**

(51) Int. Cl. *C10G 9/00* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201691671**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.02.12**

---

(54) **СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ГИДРОПЕРЕРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ КОЛОНН ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОДУКТОВ**

---

(31) **14/191,188**

(56) **US-A1-20130043162**

(32) **2014.02.26**

**US-A1-20100329935**

(33) **US**

**US-A-5453177**

(43) **2017.02.28**

**US-B1-6444116**

(86) **PCT/US2015/015528**

**US-A1-20140027347**

(87) **WO 2015/130472 2015.09.03**

**US-A1-20120294773**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЮОП ЛЛК (US)**

(72) Изобретатель:  
**Ладкат Киран, Хээн Ричард К.,  
Махаджан Хемант (US)**

(74) Представитель:  
**Чекалкин А.Ю., Фелицына С.Б. (RU)**

---

(57) В изобретении раскрываются способ и установка для извлечения выходящего потока гидропереработки из установки гидропереработки при использовании горячей отпарной колонны и холодной отпарной колонны. Колонна фракционирования легкого вещества производит фракционирование при отделении нефти от керосина преимущественно из холодного отпаренного потока. Колонна фракционирования тяжелого вещества производит фракционирование при отделении дизельного топлива от неконвертированного масла, преимущественно присутствующего в горячем отпаренном потоке. В пламенном нагревателе нагревают только горячий выходящий поток гидропереработки перед его введением в колонну фракционирования тяжелого вещества, что в результате приводит к существенной экономии эксплуатационных расходов и капитальных затрат.

**B1**

**036182**

**036182**

**B1**

Данная заявка испрашивает приоритет по заявке США № 14/191188, поданной 26 февраля 2014 г.

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Областью изобретения является извлечение потоков подвергнутых гидропереработке углеводородов.

### **Уровень техники**

Гидропереработка может включать процессы, которые осуществляют конверсию углеводородов в присутствии катализатора гидропереработки и водорода для получения более ценных продуктов.

Гидрокрекинг представляет собой процесс гидропереработки, при котором углеводороды подвергаются крекингу в присутствии водорода и катализатора гидрокрекинга для получения более низкомолекулярных углеводородов. В зависимости от желательной выработки продукции установка гидрокрекинга может содержать один или несколько неподвижных слоев идентичных или различных катализаторов. Суспензионный гидрокрекинг представляет собой суспензионный каталитический способ, использующийся для осуществления крекинга подаваемых потоков остатков перегонки для получения газойлей и топлив.

Вследствие наличия экологических проблем и недавно введенных в действие правил и предписаний конкурентоспособные топлива должны соответствовать все более низким предельным уровням содержания загрязнителей, таких как сера и азот. Новые предписания требуют проведения, по существу, полного удаления серы из дизельного топлива. Например, требование для ультранизкосернистого дизельного топлива (ULSD) обычно соответствует менее чем 10 ч./млн (мас.) серы.

Гидроочистка представляет собой процесс гидропереработки, использующийся для удаления гетероатомов, таких как сера и азот, из потоков углеводородов при достижении соответствия техническим условиям для топлива и насыщения олефиновых соединений. Гидроочистка может быть проведена при высоком или низком давлениях, но обычно ее осуществляют при меньшем давлении, чем гидрокрекинг.

Установки извлечения при гидропереработке обычно включают отпарную колонну для отпаривания отходящего потока, подвергнутого гидропереработке, при использовании отпаривающей среды, такой как водяной пар, в целях удаления нежелательного сероводорода. После этого отпаренный отходящий поток нагревают в пламенном нагревателе до температуры фракционирования перед его поступлением в колонну фракционирования продукта в целях извлечения продуктов, таких как нефтя, керосин и дизельное топливо.

Гидропереработка, а в частности гидрокрекинг, является очень энергозатратной вследствие наличия жестких технологических условий, таких как используемые высокие температура и давление. С течением времени, несмотря на затрачивание значительных усилий, направленных на улучшение энергоэффективности гидрокрекинга, фокус внимания сконцентрировался на уменьшении тепловой нагрузки для реакторной секции в результате разработки эффективной теплообменной сети. Однако большая тепловая нагрузка требуется для нагревания отпаренного отходящего потока перед его поступлением в колонну фракционирования продукта в целях отделения дизельного топлива от неконвертированного масла.

Недавно введенные в действие правила и предписания вводят интервалы температур кипения для коммерческого дизельного топлива. Технические условия для дизельного топлива Euro IV и V требуют демонстрации товарным дизельным топливом величины T95, составляющей 360°C, что означает необходимость выкипания 95 об.% потока дизельного топлива при его нагревании до 360°C. В целях соответствия данным техническим условиям обычная колонна фракционирования продукта требует наличия большого подвода тепла, большого количества тарелок и увеличенных эксплуатационных расходов для осуществления разделения.

Поэтому имеет место постоянная потребность в улучшенных способах извлечения топливных продуктов из отходящих потоков, подвергнутых гидропереработке. Для удовлетворения возрастающих потребностей нефтепереработчиков такие способы должны быть более энергосберегающими и менее капиталоемкими.

### **Раскрытие изобретения**

Один вариант осуществления изобретения представляет собой способ гидропереработки, включающий стадии, на которых осуществляют гидропереработку подаваемого потока углеводородов в реакторе гидропереработки для получения выходящего потока гидропереработки; осуществляют разделение упомянутого выходящего потока гидропереработки на горячий жидкий выходящий поток гидропереработки, содержащий по меньшей мере часть нижнего потока из горячего сепаратора, и холодный жидкий выходящий поток гидропереработки, содержащий по меньшей мере часть нижнего потока из холодного сепаратора, при этом разделение упомянутого выходящего потока гидропереработки осуществляют в горячем сепараторе для получения головного потока горячего сепаратора и нижнего потока горячего сепаратора, содержащего по меньшей мере часть упомянутого горячего выходящего потока гидропереработки, головной поток горячего сепаратора разделяют в холодном сепараторе для получения головного потока холодного сепаратора и нижнего потока холодного сепаратора, содержащего по меньшей мере часть упомянутого холодного выходящего потока гидропереработки; осуществляют отпаривание указанного горячего жидкого выходящего потока гидропереработки в горячей отпарной колонне для получения горячего отпаренного потока; осуществляют отпаривание указанного холодного жидкого выходящего

потока гидропереработки в холодной отпарной колонне для получения холодного отпаренного потока; осуществляют фракционирование упомянутого холодного отпаренного потока в колонне для фракционирования легкой фракции, при этом нижний поток из указанной колонны для фракционирования легкой фракции содержит дизельное топливо; и осуществляют фракционирование упомянутого горячего отпаренного потока в отдельной колонне для фракционирования тяжелой фракции, при этом нижний поток из указанной колонны для фракционирования тяжелой фракции содержит неконвертированное масло из подаваемого потока углеводов.

Еще один вариант осуществления изобретения представляет собой установку для гидропереработки, содержащую реактор гидропереработки; горячий сепаратор, находящийся в сообщении с реактором гидропереработки, для разделения выходящего потока гидропереработки из указанного реактора гидропереработки на головной поток горячего сепаратора и нижний поток горячего сепаратора; холодный сепаратор, находящийся в сообщении с горячим сепаратором, для разделения головного потока горячего сепаратора на головной поток холодного сепаратора и нижний поток холодного сепаратора; холодную отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки и холодным сепаратором, для отпаривания холодного жидкого выходящего потока гидропереработки, содержащего первую часть выходящего потока гидропереработки из указанного реактора гидропереработки, содержащую по меньшей мере часть нижнего потока из холодного сепаратора; горячую отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки и горячим сепаратором, для отпаривания горячего жидкого выходящего потока гидропереработки, содержащего вторую часть выходящего потока гидропереработки из указанного реактора гидропереработки, содержащую по меньшей мере часть нижнего потока из горячего сепаратора; колонну для фракционирования легкой фракции, находящуюся в сообщении с упомянутой холодной отпарной колонной, причем указанная колонна для фракционирования легкой фракции выполнена с возможностью обеспечения нижнего потока, содержащего дизельное топливо; и отдельную колонну для фракционирования тяжелой фракции, находящуюся в сообщении с упомянутой горячей отпарной колонной, причем указанная колонна для фракционирования тяжелой фракции выполнена с возможностью обеспечения нижнего потока, содержащего неконвертированное масло.

#### **Краткое описание чертежа**

Чертеж представляет собой упрощенную технологическую схему потоков одного варианта осуществления настоящего изобретения.

#### **Определения**

Термин "сообщение" обозначает то, что при функционировании допускается течение вещества между перечисленными компонентами.

Термин "сообщение ниже по ходу потока" обозначает то, что по меньшей мере часть вещества, перетекающего к субъекту, находящемуся в сообщении ниже по ходу потока, при функционировании может перетекать от объекта, с которым он сообщается.

Термин "сообщение выше по ходу потока" обозначает то, что по меньшей мере часть вещества, перетекающего от субъекта, находящегося в сообщении выше по ходу потока, при функционировании может перетекать к объекту, с которым он сообщается.

Термин "непосредственное сообщение" обозначает поступление потока от компонента, находящегося выше по ходу потока, к компоненту, находящемуся ниже по ходу потока, без прохождения изменения состава вследствие физического фракционирования или химической конверсии.

Термин "колонна" обозначает перегонную колонну или колонны для отделения одного или нескольких компонентов, характеризующихся различными летучестями. Если только не будет указано другого, то каждая колонна будет содержать конденсатор в головной части колонны для конденсации и возврата в качестве флегмы части головного потока обратно вверх колонны и рибойлер в кубовой части колонны для превращения в пар и отправления части кубового потока обратно в низ колонны. Подаваемые потоки в колонны могут быть подвергнуты предварительному нагреванию. Давление верха является давлением пара головного потока на выпускном отверстии для пара у колонны. Температура низа является температурой на выпускном отверстии для жидкого кубового потока. Линии головного потока и линии кубового потока относятся к линиям результирующих потоков из колонны ниже по ходу потока от каких-либо возврата флегмы или повторного кипячения для колонны. У отпарных колонн опускают рибойлер в кубовой части колонны и вместо этого обеспечивают получение требуемого количества тепла и стимула к разделению от псевдооживленных инертных сред, таких как водяной пар.

В соответствии с использованием в настоящем документе термин "истинная температура кипения" (ТВР) соответствует методу испытания для определения температуры кипения вещества, который соответствует документу ASTM D-2892 для получения сжиженного газа, фракций дистиллята и остатков после перегонки стандартизованного качества, в отношении которых могут быть получены аналитические данные, и определения выходов вышеупомянутых фракций при расчете как на массу, так и на объем, исходя из чего получают график зависимости температуры от % (мас.) перегнанного вещества при использовании пятнадцати теоретических тарелок в колонне с флегмовым числом 5:1.

В соответствии с использованием в настоящем документе термины "Т5" или "Т95" относятся к температуре, при которой соответственно 5 или 95 об.% образца исходя из реальной ситуации кипят в соот-

ветствии с документом ASTM D-86.

В соответствии с использованием в настоящем документе термин "граница отделения фракции дизельного топлива" соответствует попаданию в диапазон от 343°C (650°F) до 399°C (750°F) при использовании способа перегонки в соответствии с величиной ТВР.

В соответствии с использованием в настоящем документе термин "интервал кипения дизельного топлива" относится к кипению углеводородов в диапазоне от 132°C (270°F) до границы отделения фракции дизельного топлива при использовании способа перегонки в соответствии с величиной ТВР.

В соответствии с использованием в настоящем документе термин "конверсия в дизельное топливо" обозначает конверсию подаваемого потока в вещество, которое кипит в области или ниже границы отделения фракции дизельного топлива интервала кипения дизельного топлива.

В соответствии с использованием в настоящем документе термин "сепаратор" обозначает емкость, которая имеет впускное отверстие и, по меньшей мере, выпускное отверстие для пара головного потока и выпускное отверстие для жидкости нижнего потока, а также может иметь выпускное отверстие для водного потока из отстойника. Один тип сепаратора представляет собой испарительный барабан, который может находиться в сообщении ниже по ходу потока от сепаратора, который может функционировать при более высоком давлении.

В соответствии с использованием в настоящем документе термины "преобладающий" или "преобладать" обозначают более чем 50%, в подходящем случае более чем 75%, а предпочтительно более чем 90%.

### **Осуществление изобретения**

Предлагаются способ и установка фракционирования двух продуктов. Первая фракционирующая колонна фракционирует более легкий подвергнутый гидропереработке выходящий поток из кубовой части холодной отпарной колонны и функционирует при давлении, несколько большем, чем атмосферное, обеспечивая отделение керосиновых и нефтяных частей подаваемого потока и сохранение дизельного топлива и неконвертированного масла в качестве кубового продукта. Вторая фракционирующая колонна функционирует под вакуумом и фракционирует более тяжелый подвергнутый гидропереработке выходящий поток, подаваемый из кубовой части горячей отпарной колонны, и, возможно, жидкость кубового потока из первой фракционирующей колонны. Данная вторая фракционирующая колонна отделяет дизельное топливо от потока неконвертированного масла. Поскольку в подаваемом потоке во вторую фракционирующую колонну из горячей отпарной колонны может присутствовать определенное количество легкого вещества, может оказаться необходимым отправление вещества, более легкого, чем дизельное топливо, на рециркуляцию в первую фракционирующую колонну.

Установка и способ 10 для гидропереработки углеводородов включают установку 12 гидропереработки и установку 14 извлечения продукта. В установку 12 гидропереработки подают поток углеводородов по линии 16 углеводородов и поток подпиточного водорода по линии 18 подпиточного водорода. Выходящий поток гидропереработки фракционируют в установке 14 извлечения продукта.

Поток водорода в линии 76 водорода, дополняемый подпиточным водородом из линии 18, может соединяться с подаваемым потоком углеводородов в линии 16 подаваемого потока с получением подаваемого потока для гидропереработки в линии 20 подаваемого потока. Подаваемый поток для гидропереработки в линии 20 может быть нагрет при использовании теплообмена и в пламенном нагревателе 22 и подан в реактор 24 гидропереработки.

В одном аспекте способ и установка, описанные в настоящем документе, являются в особенности хорошо подходящими для использования при гидропереработке углеводородного сырья. Иллюстративное углеводородное сырье включает углеводородные потоки, содержащие компоненты, кипящие выше 288°C (550°F), такие как атмосферные газойли, вакуумный газойль (VGO), кипящий в диапазоне от 315°C (600°F) до 600°C (1100°F), деасфальтизированное масло, дистилляты коксования, прямогонные дистилляты, произведенные в результате пиролиза масла, высококипящие синтетические масла, рецикловые газойли, подвергнутые гидрокрекингу подаваемые потоки, дистилляты из установки каталитического крекинга, остатки после атмосферной перегонки, кипящие при или выше 343°C (650°F), и остатки после вакуумной перегонки, кипящие выше 510°C (950°F).

Гидропереработка, которая имеет место в установке 12 гидропереработки, может представлять собой гидрокрекинг или гидроочистку. Гидрокрекинг относится к процессу, при котором углеводороды подвергаются крекингу в присутствии водорода для получения более низкомолекулярных углеводородов. Гидрокрекинг представляет собой предпочтительный процесс в установке 12 гидропереработки. Следовательно, термин "гидропереработка" в настоящем документе будет включать термин "гидрокрекинг". Гидрокрекинг также включает суспензионный гидрокрекинг, при котором подаваемый поток остатков перегонки перемешивают с катализатором и водородом для получения суспензии и подвергают крекингу для получения более низкокипящих продуктов.

Гидропереработка, которая имеет место в установке гидропереработки, также может представлять собой гидроочистку. Гидроочистка представляет собой процесс, при котором в контакт с углеводородом вводят водород в присутствии подходящих для катализаторов, которые главным образом являются активными в отношении удаления из углеводородного сырья гетероатомов, таких как сера, азот и металлы.

При гидроочистке углеводороды, содержащие двойные и тройные связи, могут быть подвергнуты насыщению. Насыщению также могут быть подвергнуты и ароматические соединения. Некоторые процессы гидроочистки конкретно разработаны для насыщения ароматических соединений. Также может быть уменьшена и температура помутнения продукта, подвергнутого гидроочистке. Реактору гидрокрекинга могут предшествовать реактор гидроочистки и сепаратор (не показано) для удаления серных и азотных загрязнителей из подаваемого потока в реактор гидрокрекинга.

Реактор 24 гидропереработки может представлять собой реактор с неподвижным слоем, который содержит одну или несколько емкостей, один или несколько слоев катализатора в каждой емкости и различные комбинации из катализатора гидроочистки и/или катализатора гидрокрекинга в одной или нескольких емкостях. Как это предусматривается, реактор 24 гидропереработки функционирует в условиях непрерывной жидкой фазы, в которой объем подаваемого потока жидких углеводородов является большим, чем объем газообразного водорода. Реактор 24 гидропереработки также может функционировать и в условиях обычной непрерывной газовой фазы, подвижного слоя или реактора гидропереработки с псевдооживленным слоем.

В случае функционирования реактора 24 гидропереработки в качестве реактора гидрокрекинга он может обеспечивать получение совокупной конверсии, составляющей по меньшей мере 20 об.%, а обычно более чем 60 об.%, от подаваемого потока углеводородов в продукты, кипящие ниже границы отделения фракции дизельного топлива. Реактор гидрокрекинга может функционировать при неполной конверсии, большей чем 50 об.%, или полной конверсии, составляющей по меньшей мере 90 об.%, от подаваемого потока при расчете на совокупную конверсию. Реактор гидрокрекинга может функционировать в условиях проведения мягкого гидрокрекинга, что будет обеспечивать получение от 20 до 60 об.%, предпочтительно от 20 до 50 об.%, от совокупной конверсии подаваемого потока углеводородов в продукт, кипящий ниже границы отделения фракции дизельного топлива. В случае функционирования реактора 24 гидропереработки в качестве реактора гидроочистки он может обеспечивать получение конверсии за один проход в диапазоне от 10 до 30 об.%.

В случае реактора 24 гидропереработки в виде реактора гидрокрекинга первая емкость или слой в реакторе 24 гидрокрекинга могут содержать катализатор гидроочистки в целях насыщения, деме­таллизации, десульфуризации или деазотирования подаваемого потока углеводородов до проведения для него гидрокрекинга при использовании катализатора гидрокрекинга в последующих емкостях или слоях в реакторе 24 гидрокрекинга. В случае реактора гидрокрекинга в виде реактора мягкого гидрокрекинга он может содержать несколько слоев катализатора гидроочистки с последующими несколькими слоями катализатора гидрокрекинга. В случае реактора 24 гидропереработки в виде реактора суспензионного гидрокрекинга он может функционировать в условиях непрерывной жидкой фазы в режиме с восходящим потоком и будет выглядеть отличным от того, что изображено на чертеже, которая иллюстрирует реактор с неподвижным слоем. В случае реактора 24 гидропереработки в виде реактора гидроочистки он может содержать более чем одну емкость и несколько слоев катализатора гидроочистки. Реактор гидроочистки также может содержать катализатор гидроочистки, который является подходящим для насыщения ароматических соединений, гидродепарафинизации и гидроизомеризации.

В случае желательности проведения мягкого гидрокрекинга для получения балансового содержания среднего дистиллята и бензина катализатор гидрокрекинга может использовать аморфные основы, образованные диоксидом кремния-оксидом алюминия, или основы с низким уровнем содержания цеолита в комбинации с одним или несколькими гидрирующими компонентами на основе металлов из группы VIII или группы VIВ. В еще одном аспекте в случае значительной предпочтительности присутствия в конвертированном продукте среднего дистиллята в сопоставлении с получением бензина в первом реакторе 24 гидрокрекинга может быть проведен неполный или полный гидрокрекинг при использовании катализатора, который содержит в общем случае любую кристаллическую цеолитную основу для крекинга, на которую осажден гидрирующий компонент на основе металла из группы VIII. Дополнительные гидрирующие компоненты для включения в цеолитную основу могут быть выбраны из группы VIВ.

Цеолитные основы для крекинга на современном уровне техники иногда называются молекулярными ситами и обычно образованы из диоксида кремния, оксида алюминия и одного или нескольких обменяемых катионов, таких как натрий, магний, кальций, редкоземельные металлы и тому подобное. Они дополнительно характеризуются наличием пор в кристаллах, имеющих относительно однородный диаметр в диапазоне от 4 до 14 ангстрем ( $10^{-10}$  м). Предпочтительно использовать цеолиты, характеризующиеся относительно высоким молярным отношением диоксид кремния/оксид алюминия в диапазоне от 3 до 12. Подходящие цеолиты, встречающиеся в природе, включают, например, морденит, стильбит, гейландит, ферриерит, дакиардит, шабазит, эрицит и фожазит. Подходящие синтетические цеолиты включают, например, типы кристаллов В, X, Y и L, например синтетические фожазит и морденит. Предпочтительными цеолитами являются те материалы, которые характеризуются диаметрами пор в кристаллах в диапазоне от 8 до 12 ангстрем ( $10^{-10}$  м), где молярное отношение диоксид кремния/оксид алюминия находится в диапазоне от 4 до 6. Одним примером цеолита, попадающего в предпочтительную группу, являются синтетические молекулярные сита Y.

Встречающиеся в природе цеолиты обычно обнаруживаются в натриевой форме, форме, образован-

ной щелочноземельным металлом, или смешанных формах. Синтетические цеолиты почти что всегда сначала получают в натриевой форме. В любом случае при использовании в качестве основы для крекинга предпочтительно, чтобы основное или все количество первоначальных цеолитных одновалентных металлов было бы подвергнуто ионному обмену с многовалентным металлом и/или с аммониевой солью с последующим нагреванием для разложения аммониевых ионов, ассоциированных с цеолитом, что оставляет на их месте ионы водорода и/или центры обмена, которые фактически были декатионизированы в результате дополнительного удаления воды.

Водородные или "декатионизированные" цеолиты Y данной природы более конкретно описываются в публикации US 3130006.

Смешанные цеолиты на основе многовалентного металла-водорода могут быть получены в результате сначала ионного обмена при использовании аммониевой соли, после этого частичного обратного обмена при использовании соли многовалентного металла, а затем прокаливания. В некоторых случаях, как в случае синтетического морденита, водородные формы могут быть получены в результате проведения прямой кислотной обработки цеолитов на основе щелочных металлов. В одном аспекте предпочтительными основами для крекинга являются те материалы, которые по меньшей мере на 10%, а предпочтительно по меньшей мере на 20%, дефицитны по катионам металлов при расчете на первоначальную емкость ионного обмена. В еще одном аспекте желательным и стабильным классом цеолитов является тот материал, где по меньшей мере 20% емкости ионного обмена насыщены ионами водорода.

Активными металлами, используемыми в предпочтительных катализаторах гидрокрекинга настоящего изобретения в качестве гидрирующих компонентов, являются те материалы, которые относятся к группе VIII, то есть железо, кобальт, никель, рутений, родий, палладий, осмий, иридий и платина. В дополнение к данным металлам в сочетании с ними также могут быть использованы и другие промотеры, в том числе металлы из группы VIB, например молибден и вольфрам. Количество гидрирующего металла в катализаторе может варьироваться в широких диапазонах. В широком смысле может быть использовано любое количество в диапазоне от 0,05 до 30% при расчете на массу. В случае благородных металлов предпочтительным обычно будет использование от 0,05 до 2 мас.% благородного металла.

Способ включения гидрирующего металла заключается во введении материала основы в контакт с водным раствором подходящего соединения желаемого металла, где металл присутствует в катионной форме. После добавления выбранных гидрирующих металла или металлов получающийся в результате порошкообразный катализатор затем отфильтровывают, высушивают, гранулируют при желании совместно с добавленными смазками, связующими и тому подобным и прокаливают на воздухе при температурах, например, в диапазоне от 371°C (700°F) до 648°C (1200°F) в целях активирования катализатора и разложения аммониевых ионов. В альтернативном варианте компонент основы может быть сначала гранулирован с последующими добавлением гидрирующего компонента и активированием в результате прокаливания.

Вышеупомянутые катализаторы могут быть использованы в неразбавленной форме, или порошкообразный катализатор может быть перемешан и подвергнут совместному гранулированию с другими относительно менее активными катализаторами, разбавителями или связующими, такими как оксид алюминия, силикагель, совместные гели диоксид кремния-оксид алюминия, активированные глины и тому подобное, с долями в диапазоне от 5 до 90 мас.%. Данные разбавители могут быть использованы как таковые, или они могут содержать незначительную долю добавленного гидрирующего металла, такого как металл из группы VIB и/или группы VIII. В способе настоящего изобретения также могут быть использованы и дополнительные катализаторы гидрокрекинга, промотированные металлом, которые включают, например, алюмофосфатные молекулярные сита, кристаллические хромосиликаты и другие кристаллические силикаты. Кристаллические хромосиликаты более полно описываются в публикации US4363718.

В рамках одного подхода условия проведения гидрокрекинга могут включать температуру в диапазоне от 290°C (550°F) до 468°C (875°F), предпочтительно от 343°C (650°F) до 445°C (833°F), давление в диапазоне от 4,8 МПа (изб.) (700 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 20,7 МПа (изб.) (3000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,4 до менее чем 2,5 ч<sup>-1</sup> и расход водорода в диапазоне от 421 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (2500 станд. куб.фут/баррель) до 2527 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (15000 станд. куб.фут/баррель). В случае желательности проведения мягкого гидрокрекинга условия могут включать температуру в диапазоне от 315°C (600°F) до 441°C (825°F), давление в диапазоне от 5,5 МПа (изб.) (800 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 13,8 МПа (изб.) (2000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) или более часто от 6,9 МПа (изб.) (1000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 11,0 МПа (изб.) (1600 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), часовую объемную скорость жидкости (LHSV) в диапазоне от 0,5 до 2 ч<sup>-1</sup>, а предпочтительно от 0,7 до 1,5 ч<sup>-1</sup>, и расход водорода в диапазоне от 421 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (2500 станд. куб.фут/баррель) до 1685 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (10000 станд. куб.фут/баррель).

Катализаторы гидроочистки, подходящие для использования в настоящем изобретении, являются любыми известными обычными катализаторами гидроочистки и включают те материалы, которые образованы по меньшей мере из одного металла из группы VIII, предпочтительно железа, кобальта и никеля, более предпочтительно кобальта и/или никеля, и по меньшей мере одного металла из группы VI, предпочтительно молибдена и вольфрама, на материале носителя, характеризующемся большой площадью

удельной поверхности, предпочтительно оксиде алюминия. Другие подходящие катализаторы гидроочистки включают цеолитные катализаторы, а также катализаторы на основе благородных металлов, где благородный металл выбирают из палладия и платины. В объем настоящего описания изобретения попадает и использование более чем одного типа катализатора гидроочистки в одном и том же реакторе 24 гидроочистки. Металл из группы VIII обычно присутствует в количестве в диапазоне от 2 до 20 мас.%, предпочтительно от 4 до 12 мас.%. Металл из группы VI обычно будет присутствовать в количестве в диапазоне от 1 до 25 мас.%, предпочтительно от 2 до 25 мас.%.

Предпочтительные условия проведения реакции гидроочистки включают температуру в диапазоне от 290°C (550°F) до 455°C (850°F), в подходящем для использования случае от 316°C (600°F) до 427°C (800°F), а предпочтительно от 343°C (650°F) до 399°C (750°F), давление в диапазоне от 2,1 МПа (изб.) (300 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), предпочтительно 4,1 МПа (изб.) (600 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), до 20,6 МПа (изб.) (3000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), в подходящем для использования случае 12,4 МПа (изб.) (1800 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), предпочтительно 6,9 МПа (изб.) (1000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), часовую объемную скорость жидкости для свежего углеводородного исходного сырья в диапазоне от 0,1 ч<sup>-1</sup>, в подходящем случае 0,5 ч<sup>-1</sup>, до 4 ч<sup>-1</sup>, предпочтительно от 1,5 до 3,5 ч<sup>-1</sup>, и расход водорода в диапазоне от 168 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (1000 станд. куб.фут/баррель) до 1011 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (6000 станд. куб.фут/баррель), предпочтительно от 168 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (1000 станд. куб.фут/баррель) до 674 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> масла (4000 станд. куб.фут/баррель), при использовании катализатора гидроочистки или комбинации из катализаторов гидроочистки.

Выходящий поток гидропереработки покидает реактор 24 гидропереработки и транспортируется по линии 26 выходящего потока гидропереработки. Выходящий поток гидропереработки содержит вещество, которое станет холодным выходящим потоком гидропереработки и горячим выходящим потоком гидропереработки. Установка гидропереработки может содержать один или несколько сепараторов для разделения выходящего потока гидропереработки на холодный выходящий поток гидропереработки и горячий выходящий поток гидропереработки.

Выходящий поток гидропереработки в линии 26 выходящего потока гидропереработки в одном аспекте может быть подвергнут теплообмену с подаваемым потоком для гидропереработки в линии 20 в целях охлаждения перед поступлением в горячий сепаратор 30. Горячий сепаратор разделяет выходящий поток гидропереработки для получения парообразного углеводородного головного потока горячего сепаратора в линии 32 головного потока, содержащего часть холодного подвергнутого гидропереработке выходящего потока, и жидкого углеводородного нижнего потока горячего сепаратора в линии 34 нижнего потока, содержащего часть холодного подвергнутого гидропереработке выходящего потока и/или по меньшей мере часть потока горячего подвергнутого гидропереработке выходящего потока. Горячий сепаратор 30 в секции 12 гидропереработки находится в сообщении ниже по ходу потока от реактора 24 гидропереработки. Горячий сепаратор 30 функционирует при температуре в диапазоне от 177°C (350°F) до 371°C (700°F), а предпочтительно функционирует при температуре в диапазоне от 232°C (450°F) до 315°C (600°F). Горячий сепаратор 30 может функционировать при несколько меньшем давлении, чем в реакторе 24 гидропереработки, принимая в учет гидравлическое сопротивление в промежуточном оборудовании. Горячий сепаратор может функционировать при давлениях в диапазоне от 3,4 МПа (изб.) (493 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 20,4 МПа (изб.) (2959 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)). Жидкий углеводородный нижний поток 34 горячего сепаратора может иметь температуру, равную рабочей температуре горячего сепаратора 30.

Парообразный углеводородный головной поток горячего сепаратора в линии 32 головного потока может быть охлажден перед поступлением в холодный сепаратор 36. Как следствие реакций, протекающих в реакторе 24 гидропереработки, где из подаваемого потока удаляют азот, хлор и серу, образуются аммиак и сероводород. При характеристической температуре аммиак и сероводород будут объединяться с образованием бисульфида аммония, а аммиак и хлор будут объединяться с образованием хлорида аммония. Каждое соединение демонстрирует характеристическую температуру возгонки, что может позволить соединению формировать покрытие на оборудовании, в частности теплообменном оборудовании, ухудшая его эксплуатационные характеристики. Для предотвращения такого осаждения солей в виде бисульфида аммония или хлорида аммония в линии 32, транспортирующей головной поток горячего сепаратора, может быть введено подходящее количество промывной воды (не показано) в линию 32 выше по ходу потока от точки в линии 32, где температура превышает характеристическую температуру возгонки любого из указанных соединений.

Холодный сепаратор 36 служит для отделения водорода от углеводорода в выходящем потоке гидропереработки для отправления на рециркуляцию в реактор 24 гидропереработки по линии 38 головного потока. Парообразный углеводородный головной поток горячего сепаратора может быть разделен в холодном сепараторе 36 для получения парообразного головного потока холодного сепаратора, содержащего обогащенный водородом газовый поток, в линии 38 головного потока и жидкого нижнего потока холодного сепаратора в линии 40 нижнего потока, содержащего по меньшей мере часть холодного выходящего потока гидропереработки. Поэтому холодный сепаратор 36 находится в сообщении ниже по ходу потока с головной линией 32 горячего сепаратора 30 и реактора 24 гидропереработки. Холодный сепаратор 36 может функционировать при температуре в диапазоне от 100°F (38°C) до 150°F (66°C), в подходящем случае от 115°F (46°C) до 145°F (63°C), и при давлении, чуть меньшем давления в реакторе 24

гидропереработки и горячем сепараторе 30, принимая в учет гидравлическое сопротивление в промежуточном оборудовании в целях сохранения водорода и легких газов в головном потоке, а углеводородов, жидких в нормальных условиях, в нижнем потоке. Холодный сепаратор может функционировать при давлениях в диапазоне от 3 МПа (изб.) (435 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 20 МПа (изб.) (2901 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)). Холодный сепаратор 36 также может иметь отстойник для сбора водной фазы в линии 42. Жидкий нижний поток холодного сепаратора может иметь температуру, равную рабочей температуре холодного сепаратора 36.

Жидкий углеводородный поток в линии 34 нижнего потока горячего сепаратора может быть фракционирован в качестве горячего выходящего потока гидропереработки в установке 14 извлечения продукта. В одном аспекте жидкий углеводородный поток в линии 34 нижнего потока может быть подвергнут уменьшению давления и мгновенному испарению в горячем испарительном барабане 44 для получения головного потока горячего испарительного барабана в виде легких погонов в головной линии 46, содержащего часть холодного подвергнутого гидропереработке выходящего потока, и тяжелого жидкого потока в линии 48 нижнего потока горячего испарительного барабана, содержащего по меньшей мере часть горячего подвергнутого гидропереработке выходящего потока. Горячий испарительный барабан 44 может представлять собой любой сепаратор, который разделяет жидкий выходящий поток гидропереработки на паровую и жидкую фракцию. Горячий испарительный барабан 44 может функционировать при той же самой температуре, что и горячий сепаратор 30, но при меньшем давлении в диапазоне от 1,4 МПа (изб.) (200 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 6,9 МПа (изб.) (1000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), в подходящем случае менее чем 3,4 МПа (изб.) (500 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)). Тяжелый жидкий поток в линии 48 нижнего потока может быть дополнительно фракционирован в установке 14 извлечения продукта. В одном аспекте тяжелый жидкий поток в линии 48 нижнего потока может быть введен в горячую отпарную колонну 50 и может содержать по меньшей мере часть, а в подходящем случае все количество относительно горячего выходящего потока гидропереработки. Горячая отпарная колонна 50 находится в сообщении ниже по ходу потока с низом горячего испарительного барабана 44 через линию 48 нижнего потока горячего испарительного барабана. Нижний поток горячего испарительного барабана в линии 48 нижнего потока горячего испарительного барабана может иметь температуру, равную рабочей температуре горячего испарительного барабана 44.

В одном аспекте жидкий выходящий поток гидропереработки в линии 40 нижнего потока холодного сепаратора может быть фракционирован в качестве холодного выходящего потока гидропереработки в установке 14 извлечения продукта. В одном дополнительном аспекте жидкий нижний поток холодного сепаратора может быть подвергнут уменьшению давления и мгновенному испарению в холодном испарительном барабане 52 для отделения жидкого нижнего потока холодного сепаратора в линии 40 нижнего потока. Холодный испарительный барабан 52 может представлять собой любой сепаратор, который разделяет выходящий поток гидропереработки на паровую и жидкую фракции. Холодный испарительный барабан может находиться в сообщении ниже по ходу потока линией 40 нижнего потока холодного сепаратора 36. Холодная отпарная колонна 60 может находиться в сообщении ниже по ходу потока с линией 56 нижнего потока холодного испарительного барабана 52.

В одном дополнительном аспекте парообразный головной поток горячего испарительного барабана в линии 46 головного потока может быть фракционирован в качестве холодного выходящего потока гидропереработки в установке 14 извлечения продукта. В одном дополнительном аспекте головной поток горячего испарительного барабана может быть подвергнут охлаждению, а также разделению в холодном испарительном барабане 52. Холодный испарительный барабан 52 может разделять жидкий нижний поток холодного сепаратора в линии 40 и парообразный головной поток горячего испарительного барабана в линии 46 головного потока для получения головного потока холодного испарительного барабана в линии 54 головного потока и нижнего потока холодного испарительного барабана в линии 56 нижнего потока, содержащего по меньшей мере часть холодного подвергнутого гидропереработке выходящего потока. Нижний поток холодного испарительного барабана в линии 56 нижнего потока содержит по меньшей мере часть, а в подходящем случае все количество холодного подвергнутого гидропереработке выходящего потока. В одном аспекте холодная отпарная колонна 60 находится в сообщении ниже по ходу потока с холодным испарительным барабаном 52 и линией 56 нижнего потока холодного испарительного барабана. Холодный испарительный барабан 52 может находиться в сообщении ниже по ходу потока с линией 40 нижнего потока холодного сепаратора 30, линией 46 верхнего потока горячего испарительного барабана 44 и реактором 24 гидропереработки. Нижний поток холодного сепаратора в линии 40 нижнего потока и головной поток горячего испарительного барабана в линии 46 головного потока могут поступать в холодный испарительный барабан 52 либо совместно, либо раздельно. В одном аспекте линия 46 головного потока горячего испарительного барабана соединяется с линией 40 нижнего потока холодного сепаратора и производит подачу головного потока горячего испарительного барабана и нижнего потока холодного сепаратора совместно в холодный испарительный барабан 52. Холодный испарительный барабан 52 может функционировать при той же самой температуре, что и холодный сепаратор 36, но обычно при меньшем давлении в диапазоне от 1,4 МПа (изб.) (200 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 7,0 МПа (изб.) (1000 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), а предпочтительно не более чем 3,1 МПа (изб.) (450 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)). Водный по-

ток в линии 42 из отстойника холодного сепаратора также может быть направлен в холодный испарительный барабан 52. Подвергнутый мгновенному испарению водный поток удаляют из отстойника в холодном испарительном барабане 52 по линии 62. Нижний поток холодного испарительного барабана в линии 56 нижнего потока может иметь ту же самую рабочую температуру, что и холодный испарительный барабан 52.

Парообразный головной поток холодного сепаратора, содержащий водород, в линии 38 головного потока является обогащенным по водороду. Головной поток холодного сепаратора в линии 38 головного потока может быть пропущен через тарельчатый или насадочный башенный скруббер 64, где его подвергают промывке при использовании промывающей жидкости, такой как водный аминовый раствор, подаваемый по линии 66, для удаления сероводорода и аммиака. Отработанная промывающая жидкость в линии 68 может быть регенерирована и отправлена на рециркуляцию обратно в башенный скруббер 64. Подвергнутый промывке обогащенный по водороду поток выходит из скруббера через линию 70 и может быть компримирован в рециркуляционном компрессоре 72 для получения потока рециркуляционного водорода в линии 74, который представляет собой компримированный парообразный выходящий поток гидропереработки. Рециркуляционный компрессор 72 может находиться в сообщении ниже по ходу потока с реактором 24 гидропереработки. Поток рециркуляционного водорода в линии 74 может быть дополнен потоком 18 подпиточного водорода для получения потока водорода в линии 76 водорода. Часть вещества в линии 74 может быть направлена на выпускные отверстия промежуточного слоя катализатора в реакторе 24 гидропереработки для регулирования температуры на впускных отверстиях последующего слоя катализатора (не показано).

Секция 14 извлечения продукта может содержать горячую отпарную колонну 50, холодную отпарную колонну 60, колонну 90 фракционирования легкого вещества и колонну 100 фракционирования тяжелого вещества. Холодная отпарная колонна 60 находится в сообщении ниже по ходу потока с реактором 24 гидропереработки для отпаривания холодного выходящего потока гидропереработки, который представляет собой часть выходящего потока гидропереработки в линии 26 выходящего потока гидропереработки, а горячая отпарная колонна 50 находится в сообщении ниже по ходу потока с реактором 24 гидропереработки для отпаривания горячего выходящего потока гидропереработки, который также представляет собой часть выходящего потока гидропереработки в линии 26 выходящего потока гидропереработки. В одном аспекте холодный выходящий поток гидропереработки представляет собой нижний поток холодного испарительного барабана в линии 56 нижнего потока, а горячий выходящий поток гидропереработки представляет собой нижний поток горячего испарительного барабана в линии 48 нижнего потока, но предусматриваются и другие источники данных потоков. Например, в случае опускания горячего испарительного барабана 44 и холодного испарительного барабана нижний поток холодного сепаратора в линии 40 будет холодным выходящим потоком гидропереработки, а нижний поток горячего сепаратора в линии 48 будет горячим выходящим потоком гидропереработки. Горячий выходящий поток гидропереработки является более горячим, чем холодный выходящий поток гидропереработки по меньшей мере на 25°C, а предпочтительно по меньшей мере на 50°C.

Холодный выходящий поток гидропереработки, который в одном аспекте может находиться в линии 56 нижнего потока холодного испарительного барабана, может быть нагрет и подан в холодную отпарную колонну 60 поблизости от верха колонны во впускное отверстие 56i. Холодный выходящий поток гидропереработки, который содержит по меньшей мере часть жидкого выходящего потока гидропереработки, может быть подвергнут отпариванию в холодной отпарной колонне 60 при использовании холодной отпаривающей среды, которая представляет собой инертный газ, такой как водяной пар из линии 78 холодной отпаривающей среды, для получения холодного парового потока нефти, водорода, сероводорода, водяного пара и других газов в линии 80 головного потока. По меньшей мере часть холодного парового потока может быть сконденсирована и отделена в приемнике 82. Линия 84 головного потока из приемника 82 переносит парообразные сбросные газы для проведения дополнительной обработки. Нестабилизированная жидкая нефть из низа приемника 82 может быть поделена на часть в виде флегмы в линии 86, возвращаемую в качестве флегмы вверх холодной отпарной колонны 60, и часть в виде продукта, которая может транспортироваться в линии 88 продукта для проведения дополнительного фракционирования, такого как в бутаноотгонной или этаноотгонной колонне (не показано). Из отстойника (не показано) приемника 82 головного потока может быть собран поток кислой воды.

Холодная отпарная колонна 60 может функционировать при температуре в кубовой части в диапазоне от 149°C (300°F) до 288°C (550°F), предпочтительно 260°C (500°F), и давлении в головной части в диапазоне от 0,17 МПа (изб.) (25 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), предпочтительно 0,5 МПа (изб.) (73 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), до 2,0 МПа (изб.) (290 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)). Температура в приемнике 82 головного потока находится в диапазоне от 38°C (100°F) до 66°C (150°F), а давление является, по существу, тем же самым, что и в головной части холодной отпарной колонны 60.

Как это установили заявители, подвергнутый гидрокрекингу холодный отпаренный поток в линии 92 нижнего потока содержит преимущественно вещества, кипящие в интервалах кипения нефти и керосина. Следовательно, холодный отпаренный поток в линии 92 холодного отпаренного нижнего потока может быть нагрет при использовании технологического нагревателя, который является менее интенсив-

ным, чем пламенный нагреватель, и подан в колонну 90 фракционирования легкого вещества. В колонне 90 фракционирования легкого вещества холодный отпаренный поток фракционируют для отделения нефти от керосина. Холодный отпаренный поток 92 поступает в колонну фракционирования легкого вещества во впускное отверстие 98i колонны холодного фракционирования. Следовательно, колонна 90 фракционирования легкого вещества находится в сообщении ниже по ходу потока с линией 92 холодного отпаренного нижнего потока холодной отпарной колонны 60 и с холодной отпарной колонной 60. Холодный отпаренный поток может быть смешан с горячим головным потоком в линии 114 перед поступлением в колонну 90 фракционирования легкого вещества в линии 98 смешанного вещества.

Горячий выходящий поток гидропереработки, который может находиться в линии 48 нижнего потока горячего испарительного барабана, может быть подан в горячую отпарную колонну 50 поблизости от ее верха. Горячий выходящий поток гидропереработки, который содержит по меньшей мере часть жидкого выходящего потока гидропереработки, может быть подвергнут отпариванию в горячей отпарной колонне 50 при использовании горячей отпаривающей среды, которая представляет собой инертный газ, такой как водяной пар, из линии 94 для получения горячего парового потока нефти, водорода, сероводорода, водяного пара и других газов в линии 96 головного потока. Линия 96 головного потока может быть перепущена через конденсирование, и часть может быть возвращена в качестве флегмы в горячую отпарную колонну 50. Однако в варианте осуществления чертежа горячий паровой поток в линии 96 головного потока из головной части горячей отпарной колонны 50 подают в холодную отпарную колонну 60 непосредственно во впускное отверстие 96i в одном аспекте без проведения сначала конденсирования или возврата в качестве флегмы. Впускное отверстие 56i для холодного выходящего потока гидропереработки может находиться на высотной отметке более высокой, чем впускное отверстие 96i для горячего парового потока из линии 96 головного потока. Горячая отпарная колонна 50 может функционировать при температуре в кубовой части в диапазоне от 160°C (320°F) до 360°C (680°F) и давлении в головной части в диапазоне от 0,17 МПа (изб.) (25 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), предпочтительно 0,5 МПа (изб.) (73 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)), до 2,0 МПа (изб.) (292 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)).

Подвергнутый гидропереработке горячий отпаренный поток получают в линии 106 горячего отпаренного нижнего потока. По меньшей мере часть горячего отпаренного нижнего потока в линии 106 горячего отпаренного нижнего потока может быть подана в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества. Следовательно, колонна 100 фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении ниже по ходу потока с линией 106 горячего отпаренного нижнего потока горячей отпарной колонны 50 и с горячей отпарной колонной 50.

Пламенный нагреватель 108, находящийся в сообщении ниже по ходу потока от линии 106 горячего отпаренного нижнего потока, может нагревать по меньшей мере часть горячего отпаренного потока перед его поступлением в колонну 100 фракционирования продукта по линии 110. Холодный отпаренный поток в линии 92 может быть подан в колонну 90 фракционирования легкого вещества при температуре, которая не требует нагревания в пламенном нагревателе. На линии 92 холодного отпаренного нижнего потока из холодной отпарной колонны 60 пламенный нагреватель отсутствует. Линия 92 холодного отпаренного нижнего потока и линия 98 смешанного вещества, переносящие холодный отпаренный поток в колонну 90 фракционирования легкого вещества, могут обходить по байпасу все пламенные нагреватели.

В одном аспекте горячий отпаренный нижний поток в линии 106 горячего нижнего потока может быть разделен в сепараторе 112, находящемся в сообщении ниже по ходу потока с горячей отпарной колонной 50 и выше по ходу потока с пламенным нагревателем 108. Парообразный горячий головной поток в 114 линии горячего головного потока из сепаратора 112 может быть перепущен в колонну 90 фракционирования легкого вещества, находящуюся в сообщении ниже по ходу потока с линией 114 горячего головного потока из сепаратора 112, совместно с холодным отпаренным потоком в линии 92 холодного отпаренного потока или отдельно от него. Жидкий горячий отпаренный поток в линии 116 горячего отпаренного нижнего потока может представлять собой часть горячего отпаренного потока, который подают в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества, находящуюся в сообщении ниже по ходу потока с линией горячего нижнего потока из сепаратора 112. Горячий отпаренный поток может быть подан в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества после нагревания в пламенном нагревателе 108 для получения подвергнутого нагреванию в пламенном нагревателе горячего отпаренного потока в линии 110 подвергнутого нагреванию в пламенном нагревателе горячий отпаренный поток в линии 110 может быть введен в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества во впускное отверстие 110i.

В результате фракционирования при отделении объема нефти от керосина в колонне 90 фракционирования легкого вещества колонна 100 фракционирования тяжелого вещества может отделять дизельное топливо от неконвертированного масла при меньшей температуре или при меньшем вакууме или большем давлении. Следовательно, горячий отпаренный поток в линии 110 подвергнутого нагреванию в пламенном нагревателе горячего отпаренного потока может быть подан в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества при температуре, меньшей чем 385°C (725°F), предпочтительно 371°C (700°F). Горячий отпаренный поток в линии 110 имеет более высокую температуру, чем холодный отпаренный

поток в линии 92 и поток фракционирования легкого вещества в линии 98 смешанного вещества.

Колонна 90 фракционирования легкого вещества может находиться в сообщении ниже по ходу потока с холодной отпарной колонной 60 и горячей отпарной колонной 50 для разделения отпаренных потоков на потоки продуктов. Колонна 90 фракционирования легкого вещества может подвергать отпариванию холодный отпаренный поток в линии 92, а также часть горячего отпаренного потока в линии 106, который может быть парообразным горячим головным потоком в линии 114, при использовании отпаривающей среды, такой как водяной пар, из линии 118 для получения нескольких потоков продуктов. В одном аспекте холодный отпаренный поток из линии 92 и парообразный горячий головной поток в линии 114 могут быть объединены в линии 98 смешанного вещества и могут поступать в колонну 90 фракционирования легкого вещества во впускное отверстие 98i. Потоки продуктов из колонны 90 фракционирования легкого вещества могут включать головной поток легкой нефти в линии 120 головного потока, поток тяжелой нефти в линии 122 из выпускного отверстия для бокового погона и поток керосина, переносимый в линии 124 из выпускного отверстия для бокового погона. Поток тяжелого вещества, содержащий дизельное топливо и неконвертированное масло, может быть обеспечен в линии 126 нижнего потока. Тепло может быть отведено от колонны 90 фракционирования легкого вещества в результате охлаждения тяжелой нефти в линии 122 и керосина в линии 124 и отправления части каждого охлажденного потока обратно в колонну фракционирования легкого вещества. Данные потоки продуктов также могут быть подвергнуты отпариванию для удаления легких веществ в целях соответствия требованиям к степени чистоты продукта. Головной поток нефти в линии 120 может быть сконденсирован и разделен в приемнике 128 совместно с частью жидкости, возвращаемой в качестве флегмы обратно в колонну 90 фракционирования легкого вещества. Поток результирующей легкой нефти в линии 130 может быть объединен с нестабилизированной нефтью в линии 88 и подвергнут дополнительной переработке перед примешиванием к бензиновому пулу. Также предусматривается то, что нестабилизированная нефть в линии 88 и легкая нефть в линии 130 могут быть подвергнуты переработке отдельно. Колонна 90 фракционирования легкого вещества может функционировать при температуре в кубовой части в диапазоне от 177°C (350°F), предпочтительно 232°C (450°F), до 315°C (600°F), предпочтительно 370°C (700°F), и давлении в шлеме в диапазоне от 7 кПа (изб.) (1 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)) до 69 кПа (изб.) (10 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)). Часть потока тяжелого вещества в линии 126 нижнего потока может быть подвергнута повторному кипячению и возвращена в колонну 90 фракционирования продукта вместо добавления в колонну 60 фракционирования легкого вещества инертного потока, такого как водяной пар, для нагревания. Поток тяжелого вещества в линии 126 нижнего потока из колонны фракционирования легкого вещества содержит преимущественно дизельное топливо и неконвертированное масло. Неконвертированное масло будет кипеть выше границы отделения фракции дизельного топлива.

Поток воды может быть собран из отстойника (не показано) приемника головного потока 128 и повторно использован в качестве промывной воды в линии головного потока горячего сепаратора 32 для промывания от солей бисульфата аммония и хлорида аммония.

Как это установили заявители, подвергнутый гидропереработке горячий отпаренный поток в линии 106 нижнего потока и в линии 116 горячего отпаренного потока содержит преимущественно дизельное топливо и вещества неконвертированного масла. Следовательно, горячий отпаренный поток в линии 116 горячего отпаренного потока может быть нагрет в пламенном нагревателе и подан в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества. В колонне 100 фракционирования тяжелого вещества горячий отпаренный поток фракционируют для отделения дизельного топлива от неконвертированного масла. Подвергнутый нагреванию при использовании пламенного нагревателя горячий отпаренный поток поступает в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества в линии 110 подвергнутого нагреванию при использовании пламенного нагревателя горячего отпаренного потока во впускное отверстие 110i для горячего отпаренного потока. Тяжелый поток в линии 126 нижнего потока фракционирования легкого вещества содержит преимущественно дизельное топливо и неконвертированное масло и затем может быть подан в колонну фракционирования тяжелого вещества во впускное отверстие 126i на высотной отметке, более высокой, чем высотная отметка впускного отверстия 110i для горячего отпаренного потока, предназначенного для горячего отпаренного потока в линии 110. Поэтому колонна 100 фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении ниже по ходу потока с холодной отпарной колонной 60, но колонна 90 фракционирования легкого вещества находится в сообщении ниже по ходу потока с холодной отпарной колонной 90 и выше по ходу потока с колонной 100 фракционирования тяжелого вещества. Следовательно, колонна 90 фракционирования легкого вещества находится в сообщении выше по ходу потока с колонной 100 фракционирования тяжелого вещества.

Колонна 100 фракционирования тяжелого вещества может находиться в сообщении ниже по ходу потока с горячей отпарной колонной 50 фракционирования горячего отпаренного потока в линии 106, 116 и/или 110 на потоки продуктов. Колонна 100 фракционирования тяжелого вещества также может находиться в сообщении ниже по ходу потока с холодной отпарной колонной 60 фракционирования нижнего потока фракционирования легкого вещества в линии 126, который может содержать часть холодного отпаренного потока в линии 92. В соответствии с этим, нижний поток фракционирования легкого вещества в линии 126 нижнего потока фракционирования легкого вещества упомянутой колонны 90

фракционирования легкого вещества может быть подан в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества. Следовательно, колонна 100 фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении ниже по ходу потока с линией 126 нижнего потока из колонны 90 фракционирования легкого вещества. Подвод тепла к колонне фракционирования тяжелого вещества и отпаривание более легких компонентов из более тяжелых компонентов может обеспечивать инертный газ, такой как водяной пар, из линии 138. Колонна 100 фракционирования тяжелого вещества производит поток товарного дизельного топлива в линии 144 из выпускного отверстия для бокового погона. Колонна фракционирования тяжелого вещества функционирует для получения потока дизельного топлива при границе отделения фракции дизельного топлива в соответствии с величиной ТЕР в диапазоне от 370 до 390°C и величине Т95, не большей чем 380°C, а предпочтительно не большей чем 360°C.

Тяжелый верхний поток может быть получен в линии верхнего потока из верхней половины колонны фракционирования тяжелого вещества из выпускного отверстия для головного потока в линии 150 головного потока и/или боковой линии 142 из выпускного отверстия для бокового погона и подан в линии 151 возврата тяжелого потока в колонну 90 фракционирования легкого вещества во впускное отверстие 152i. Впускное отверстие 152i для тяжелого верхнего потока в линии 152, находящееся в сообщении ниже по ходу потока с линией 142, 150 верхнего потока, может находиться на высотной отметке, более высокой, чем впускное отверстие 98i для холодного отпаренного потока в линии 92 или впускное отверстие для горячего головного потока из линии 114 горячего головного потока в колонну 90 фракционирования легкого вещества. Колонна 90 фракционирования легкого вещества находится в сообщении ниже по ходу потока с линией 142, 150 верхнего потока из верхней половины колонны 100 фракционирования тяжелого вещества. В соответствии с этим, колонна 90 фракционирования легкого вещества также находится в сообщении ниже по ходу потока с горячей отпарной колонной 50, но колонна 100 фракционирования тяжелого вещества или сепаратор 112 находятся в сообщении ниже по ходу потока с горячей отпарной колонной 50 и выше по ходу потока с колонной 90 фракционирования легкого вещества.

Поток неконвертированного масла в линии 146 тяжелого нижнего потока может быть извлечен из кубовой части колонны 100 фракционирования тяжелого вещества. Поток неконвертированного масла имеет температуру кипения, большую, чем граница отделения фракции дизельного топлива, и может быть отправлен на рециркуляцию в реактор 24 гидропереработки или во второй реактор гидропереработки (не показано). В дополнение к этому, из потока неконвертированного масла в линии 146 тяжелого нижнего потока перед доставкой потока неконвертированного масла в линии 146 тяжелого нижнего потока для проведения дальнейшей гидропереработки может быть извлечен поток тяжелого многоядерного ароматического вещества, концентрированный по тяжелым многоядерным ароматическим соединениям.

Колонна 100 фракционирования тяжелого вещества функционирует при давлении в головной части, меньшем, чем атмосферное. Головной поток в линии 150 головного потока может быть подан в устройство 154 создания вакуума. Устройство 154 создания вакуума может содержать эжектор, находящийся в сообщении с потоком 156 инертного газа, таким как водяной пар, который подает вакуум в головной поток в линии 150 головного потока. Поток конденсированных углеводородов в линии 158 из устройства 154 создания вакуума может подавать поток 152 возврата тяжелого вещества сам по себе или совместно с верхним потоком в боковой линии 142. Из устройства создания вакуума в линии 160 также может быть удален конденсированный водный поток. Из устройства создания паров в линии 162 может быть удален углеводородный паровой поток.

Тепло от колонны 100 фракционирования тяжелого вещества может быть отведено в результате охлаждения легкого потока в линии 142 и/или потока дизельного топлива в линии 144 и отправления части каждого охлажденного потока обратно в колонну. Поток дизельного топлива в линии 144 может быть подвергнут отпариванию для удаления легкого вещества в целях соответствия требованиям к степени чистоты продукта. Колонна 100 фракционирования тяжелого вещества может функционировать при температуре в кубовой части в диапазоне от 260°C (500°F) до 370°C (700°F), предпочтительно 300°C (570°F), и давлении в шлеме в диапазоне от 10 кПа (абс.) (1,5 фунт/дюйм<sup>2</sup> (абс.)), предпочтительно 20 кПа (абс.) (3 фунт/дюйм<sup>2</sup> (абс.)), до 70 кПа (изб.) (10 фунт/дюйм<sup>2</sup> (изб.)). Часть неконвертированного масла в линии 146 тяжелого нижнего потока может быть подвергнута повторному кипячению и возвращена в колонну 100 фракционирования тяжелого вещества вместо использования отпаривания водяным паром для подвода тепла к колонне 100 фракционирования тяжелого вещества.

Пример.

Настоящие варианты осуществления, в которых используют две колонны 90, 100 фракционирования продуктов вместо одной колонны фракционирования продукта, парадоксальным образом экономят капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Пламенный нагреватель 108 нагревает только жидкость нижнего потока из горячей отпарной колонны 50 и, может быть, только жидкую часть жидкости горячего отпаренного нижнего потока, так что он требует меньших нагрузок и производительности. Колонну 90 фракционирования легкого вещества нагревают при использовании потоков, доступных в секции 14 фракционирования. Поскольку колонна 100 фракционирования тяжелого вещества функционирует под вакуумом, температура на выпускном отверстии пламенного нагревателя для горячего отпаренного потока 110 является более низкой, чем это потребовалось бы для атмосферной фракционирующей ко-

лонны в целях надлежащего отделения дизельного топлива от неконвертированного масла. Следовательно, нагрузка для пламенного нагревателя, как это ни удивительно является на 50% меньшей, чем у компоновки с одной колонной фракционирования продукта. В дополнение к этому, как это было определено, использование электричества уменьшается на более чем 15%, а потребление водяного пара низкого давления снижается на более чем 60%, хотя потребление водяного пара среднего давления увеличивается на 23%, а охлаждающей воды в 3,2 раза в сопоставлении с компоновкой с одной колонной фракционирования продукта. Капитальные вложения для настоящего изобретения с двумя колоннами 90, 100 фракционирования продуктов, как это ни удивительно, являются на более чем 15% меньшими, чем для компоновки с одной колонной фракционирования продукта.

#### **Конкретные варианты осуществления**

В то время как следующее далее изложение описывается в связи с конкретными вариантами осуществления, необходимо понимать то, что данное описание изобретения предназначено для иллюстрирования, но не для ограничения объема предшествующего описания изобретения и прилагаемой формулы изобретения.

Первый вариант осуществления изобретения представляет собой способ гидропереработки, включающий в себя стадии, на которых осуществляют гидропереработку подаваемого потока углеводородов в реакторе гидропереработки для получения выходящего потока гидропереработки; осуществляют отпаривание горячего выходящего потока гидропереработки в горячей отпарной колонне для получения горячего отпаренного потока; осуществляют отпаривание холодного выходящего потока гидропереработки в холодной отпарной колонне для получения холодного отпаренного потока; осуществляют фракционирование холодного отпаренного потока в колонне фракционирования легкого вещества; и осуществляют фракционирование горячего отпаренного потока в колонне фракционирования тяжелого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют разделение выходящего потока гидропереработки на холодный выходящий поток гидропереработки и горячий выходящий потока гидропереработки. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют разделение выходящего потока гидропереработки в горячем сепараторе для получения головного потока горячего сепаратора, содержащего по меньшей мере часть холодного выходящего потока гидропереработки, и нижнего потока горячего сепаратора, содержащего по меньшей мере часть горячего выходящего потока гидропереработки. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют разделение головного потока горячего сепаратора в холодном сепараторе для получения головного потока холодного сепаратора и нижнего потока холодного сепаратора, содержащего по меньшей мере часть холодного выходящего потока гидропереработки, и осуществляют разделение нижнего потока горячего сепаратора в горячем испарительном барабане для получения головного потока горячего испарительного барабана, содержащего по меньшей мере часть холодного выходящего потока гидропереработки, и нижнего потока горячего испарительного барабана, содержащего горячий выходящий поток гидропереработки. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют разделение нижнего потока холодного сепаратора в холодном испарительном барабане для получения головного потока холодного испарительного барабана и нижнего потока холодного испарительного барабана, при этом нижний поток холодного испарительного барабана содержит холодный выходящий поток гидропереработки. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют разделение головного потока горячего испарительного барабана в холодном испарительном барабане для получения головного потока холодного испарительного барабана и нижнего потока холодного испарительного барабана, при этом нижний поток холодного испарительного барабана содержит холодный выходящий поток гидропереработки. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют подачу нижнего потока колонны фракционирования легкого вещества в колонну фракционирования тяжелого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением первого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют подачу головного потока горячей



конвертированного масла. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением третьего варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно включающие стадию, на которой осуществляют извлечение потока дизельного топлива и потока неконвертированного масла из колонны фракционирования тяжелого вещества с проведением операции при границе отделения фракции дизельного топлива в соответствии с величиной ТВР в диапазоне от 370 до 390°C, при этом поток дизельного топлива характеризуется величиной Т95, не большей чем 360°C.

Четвертый вариант осуществления изобретения представляет собой установку для гидропереработки, содержащую реактор гидропереработки; холодную отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки, для отпаривания холодного выходящего потока гидропереработки; горячую отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки, для отпаривания горячего выходящего потока гидропереработки; колонну фракционирования легкого вещества, находящуюся в сообщении с холодной отпарной колонной; и колонну фракционирования тяжелого вещества, находящуюся в сообщении с горячей отпарной колонной. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, где колонна фракционирования тяжелого вещества также находится в сообщении с холодной отпарной колонной, но колонна фракционирования легкого вещества находится в сообщении с холодной отпарной колонной выше по ходу потока от колонны фракционирования тяжелого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, где колонна фракционирования легкого вещества находится в сообщении с линией верхнего потока из колонны фракционирования тяжелого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, где впускное отверстие в колонну фракционирования легкого вещества, находящееся в сообщении ниже по ходу потока с линией верхнего потока из колонны фракционирования тяжелого вещества, может находиться на высотной отметке, более высокой, чем впускное отверстие в колонну фракционирования легкого вещества для линии холодного отпаренного потока из холодной отпарной колонны. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, где колонна фракционирования легкого вещества также находится в сообщении с горячей отпарной колонной, но колонна фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении с горячей отпарной колонной выше по ходу потока от колонны фракционирования легкого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, где колонна фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении с линией нижнего потока из колонны фракционирования легкого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие сепаратор, находящийся в сообщении с горячей отпарной колонной; при этом колонна фракционирования легкого вещества находится в сообщении с линией горячего головного потока из сепаратора, а колонна фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении с линией горячего нижнего потока из сепаратора. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие пламенный нагреватель на линии горячего нижнего потока, но не на линии холодного отпаренного потока из холодной отпарной колонны. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие один или несколько сепараторов, находящихся в сообщении с реактором гидропереработки, для разделения выходящего потока гидропереработки из реактора гидропереработки на холодный выходящий поток гидропереработки и горячий выходящий поток гидропереработки. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие горячий сепаратор, находящийся в сообщении с реактором гидропереработки, при этом находится в сообщении с горячим сепаратором горячая отпарная колонна. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие холодный сепаратор, находящийся в сообщении с линией головного потока горячего сепаратора, при этом холодная отпарная колонна находится в сообщении с холодным

сепаратором. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие холодный испарительный барабан, находящийся в сообщении с линией нижнего потока холодного сепаратора, при этом холодная отпарная колонна находится в сообщении с низом холодного испарительного барабана. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие горячий испарительный барабан, находящийся в сообщении с линией нижнего потока горячего сепаратора, при этом горячая отпарная колонна находится в сообщении с линией нижнего продукта горячего испарительного барабана. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением четвертого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие холодный испарительный барабан, находящийся в сообщении с линией головного потока горячего испарительного барабана, при этом холодная отпарная колонна находится в сообщении с низом холодного испарительного барабана.

Пятый вариант осуществления изобретения представляет собой установку для гидропереработки, содержащую реактор гидропереработки; холодную отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки, для отпаривания холодного выходящего потока гидропереработки; горячую отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки, для отпаривания горячего выходящего потока гидропереработки; колонну фракционирования легкого вещества, находящуюся в сообщении с холодной отпарной колонной; колонну фракционирования тяжелого вещества, находящуюся в сообщении с горячей отпарной колонной; при этом колонна фракционирования легкого вещества находится в сообщении с линией верхнего потока из колонны фракционирования тяжелого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением пятого варианта осуществления в данном абзаце, где впускное отверстие в колонну фракционирования легкого вещества, находящееся в сообщении ниже по ходу потока с линией верхнего потока из колонны фракционирования тяжелого вещества, может находиться на высотной отметке, более высокой, чем впускное отверстие в колонну фракционирования легкого вещества для линии холодного отпаренного потока из холодной отпарной колонны. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением пятого варианта осуществления в данном абзаце, где колонна фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении с линией нижнего потока из колонны фракционирования легкого вещества.

Шестой вариант осуществления изобретения представляет собой установку для гидропереработки, содержащую реактор гидропереработки; холодную отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки, для отпаривания холодного выходящего потока гидропереработки; горячую отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки, для отпаривания горячего выходящего потока гидропереработки; колонну фракционирования легкого вещества, находящуюся в сообщении с холодной отпарной колонной; колонну фракционирования тяжелого вещества, находящуюся в сообщении с горячей отпарной колонной; и сепаратор, находящийся в сообщении с горячей отпарной колонной; при этом колонна фракционирования легкого вещества находится в сообщении с линией горячего головного потока из сепаратора, а колонна фракционирования тяжелого вещества находится в сообщении с линией горячего нижнего потока из сепаратора. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением шестого варианта осуществления в данном абзаце, где колонна фракционирования легкого вещества находится в сообщении с линией верхнего потока из колонны фракционирования тяжелого вещества. Одним вариантом осуществления изобретения являются один, любые или все представители, выбираемые из предшествующих вариантов осуществления в данном абзаце вплоть до и с включением шестого варианта осуществления в данном абзаце, дополнительно содержащие пламенный нагреватель на линии горячего нижнего потока, но не на линии холодного отпаренного потока из холодной отпарной колонны.

Как можно полагать, не вдаваясь дополнительно в разъяснения, специалисты в соответствующих областях техники при использовании предшествующего описания изобретения могут воспользоваться настоящим изобретением в его наиболее полном объеме и легко определить существенные характеристики данного изобретения без отклонения от его объема и сущности для осуществления различных изменений и модификаций изобретения и адаптирования его к различным вариантам использования и условиям. Поэтому предшествующие предпочтительные конкретные варианты осуществления должны восприниматься в качестве просто иллюстрации, а не ограничения остальной части раскрытия изобретения каким бы то ни было образом, и предполагается охватывание различных модификаций и эквивалентных компонентов, включенных в объем прилагаемой формулы изобретения.

В предшествующем изложении все температуры представлены в градусах Цельсия, все части и уровни процентного содержания получают при расчете на массу, если только не будет указано другого.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ гидропереработки, включающий стадии, на которых осуществляют гидропереработку подаваемого потока углеводородов в реакторе гидропереработки для получения выходящего потока гидропереработки;

осуществляют разделение упомянутого выходящего потока гидропереработки на горячий жидкий выходящий поток гидропереработки, содержащий по меньшей мере часть нижнего потока из горячего сепаратора, и холодный жидкий выходящий поток гидропереработки, содержащий по меньшей мере часть нижнего потока из холодного сепаратора, при этом разделение упомянутого выходящего потока гидропереработки осуществляют в горячем сепараторе для получения головного потока горячего сепаратора и нижнего потока горячего сепаратора, содержащего по меньшей мере часть упомянутого горячего выходящего потока гидропереработки, головной поток горячего сепаратора разделяют в холодном сепараторе для получения головного потока холодного сепаратора и нижнего потока холодного сепаратора, содержащего по меньшей мере часть упомянутого холодного выходящего потока гидропереработки;

осуществляют отпаривание указанного горячего жидкого выходящего потока гидропереработки в горячей отпарной колонне для получения горячего отпаренного потока;

осуществляют отпаривание указанного холодного жидкого выходящего потока гидропереработки в холодной отпарной колонне для получения холодного отпаренного потока;

осуществляют фракционирование упомянутого холодного отпаренного потока в колонне для фракционирования легкой фракции, при этом нижний поток из указанной колонны для фракционирования легкой фракции содержит дизельное топливо; и

осуществляют фракционирование упомянутого горячего отпаренного потока в отдельной колонне для фракционирования тяжелой фракции, при этом нижний поток из указанной колонны для фракционирования тяжелой фракции содержит неконвертированное масло из подаваемого потока углеводородов.

2. Способ гидропереработки по п.1, в котором дополнительно осуществляют разделение нижнего потока горячего сепаратора в горячем испарительном барабане для получения головного потока горячего испарительного барабана, содержащего по меньшей мере часть упомянутого холодного выходящего потока гидропереработки, и нижнего потока горячего испарительного барабана, содержащего упомянутый горячий выходящий поток гидропереработки.

3. Способ гидропереработки по п.2, в котором дополнительно осуществляют разделение упомянутого нижнего потока холодного сепаратора в холодном испарительном барабане для получения головного потока холодного испарительного барабана и нижнего потока холодного испарительного барабана, при этом упомянутый нижний поток холодного испарительного барабана содержит упомянутый холодный выходящий поток гидропереработки.

4. Установка для гидропереработки, содержащая реактор гидропереработки;

горячий сепаратор, находящийся в сообщении с реактором гидропереработки, для разделения выходящего потока гидропереработки из указанного реактора гидропереработки на головной поток горячего сепаратора и нижний поток горячего сепаратора;

холодный сепаратор, находящийся в сообщении с горячим сепаратором, для разделения головного потока горячего сепаратора на головной поток холодного сепаратора и нижний поток холодного сепаратора;

холодную отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки и холодным сепаратором, для отпаривания холодного жидкого выходящего потока гидропереработки, содержащего первую часть выходящего потока гидропереработки из указанного реактора гидропереработки, содержащую по меньшей мере часть нижнего потока из холодного сепаратора;

горячую отпарную колонну, находящуюся в сообщении с реактором гидропереработки и горячим сепаратором, для отпаривания горячего жидкого выходящего потока гидропереработки, содержащего вторую часть выходящего потока гидропереработки из указанного реактора гидропереработки, содержащую по меньшей мере часть нижнего потока из горячего сепаратора;

колонну для фракционирования легкой фракции, находящуюся в сообщении с упомянутой холодной отпарной колонной, причем указанная колонна для фракционирования легкой фракции выполнена с возможностью обеспечения нижнего потока, содержащего дизельное топливо; и

отдельную колонну для фракционирования тяжелой фракции, находящуюся в сообщении с упомянутой горячей отпарной колонной, причем указанная колонна для фракционирования тяжелой фракции выполнена с возможностью обеспечения нижнего потока, содержащего неконвертированное масло.

5. Установка для гидропереработки по п.4, в которой упомянутая колонна для фракционирования тяжелой фракции также находится в сообщении с упомянутой холодной отпарной колонной, но упомянутая колонна для фракционирования легкой фракции находится в сообщении с упомянутой холодной отпарной колонной выше по ходу потока от упомянутой колонны для фракционирования тяжелой фракции.

6. Установка для гидропереработки по п.5, в которой упомянутая колонна для фракционирования

легкой фракции находится в сообщении с линией верхнего потока из упомянутой колонны для фракционирования тяжелой фракции.

7. Установка для гидропереработки по п.6, в которой впускное отверстие в упомянутую колонну для фракционирования легкой фракции, находящееся в сообщении ниже по ходу потока с упомянутой линией верхнего потока из упомянутой колонны для фракционирования тяжелой фракции, может находиться на высотной отметке более высокой, чем впускное отверстие в упомянутую колонну для фракционирования легкой фракции для линии холодного отпаренного потока из упомянутой холодной отпарной колонны.

8. Установка для гидропереработки по п.4, в которой упомянутая колонна для фракционирования легкой фракции также находится в сообщении с упомянутой горячей отпарной колонной, но упомянутая колонна для фракционирования тяжелой фракции находится в сообщении с упомянутой горячей отпарной колонной выше по ходу потока от упомянутой колонны для фракционирования легкой фракции.

